



**Anna Viktorovna  
Dyrochkina**

**IMPLEMENTAÇÃO DE METODOLOGIAS *LEAN* E  
PROPOSTA DE REDEFINIÇÃO DO *LAYOUT* DA  
ÁREA PRODUTIVA NA INDÚSTRIA DE  
COMUNICAÇÃO VISUAL**



**Anna Viktorovna  
Dyrochkina**

**IMPLEMENTAÇÃO DE METODOLOGIAS *LEAN* E  
PROPOSTA DE REDEFINIÇÃO DO *LAYOUT* DA  
ÁREA PRODUTIVA NA INDÚSTRIA DE  
COMUNICAÇÃO VISUAL**

Tese apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizada sob a orientação científica do Doutor Carlos Manuel dos Santos Ferreira, Professor Associado com Agregação do Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo da Universidade de Aveiro

*“Don't look with your eyes, look with your feet. Don't think with your head,  
think with your hands.”*

— Taiichi Ohno

## **o júri**

presidente

**Prof. Doutor João Carlos de Oliveira Matias**

professor catedrático do departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo da Universidade de Aveiro

**Prof. Doutor Manuel Joaquim Pereira Lopes**

professor adjunto do departamento de Engenharia Mecânica do Instituto Superior de Engenharia do Porto

**Prof. Doutor Carlos Manuel dos Santos Ferreira**

professor associado com agregação do departamento de Economia, Gestão Engenharia Industrial e Turismo da Universidade de Aveiro

## **agradecimentos**

Durante esta etapa conheci pessoas que se tornaram essenciais tanto na realização deste projeto como na minha vida. Além dessas pessoas, existiram aquelas que me deram todo o apoio que sempre me dão.

Ao meu orientador Prof. Doutor Carlos Ferreira, agradeço todo o apoio e atenção dispensada que foi substancial neste projeto.

Aos meus orientadores na empresa Bi-Silque SGPS, S.A., Eng<sup>o</sup>. Abel Maia e Eng<sup>o</sup>. Carlos Leão por toda a disponibilidade providenciada e conhecimentos transmitidos.

Gostaria de agradecer do fundo do coração aos meus colegas de gabinete que se tornaram meus amigos que levo para a vida e sem os quais este percurso não seria de todo tão colorido e extraordinário: Eng<sup>a</sup>. Daniela, Fernando, Eng<sup>a</sup>. Joana e Eng<sup>o</sup>. Filipe. Um enorme obrigada por todas as oportunidades, dicas, apoio, conhecimentos transmitidos, partilha de emoções, desabafos e gargalhadas.

Aos meus colegas de equipa de estágio: Sara, Diogo, Sílvia, Francisco, Manuel, Miguel, Daniela, Diogo, Ruben, João, agradeço por toda a ajuda e bons momentos convívios.

A todos os colaboradores da Bi-Silque SGPS, S.A., que cooperaram e se empenharam em todas as tarefas propostas, agradeço pela simpatia, confiança depositada e amizade que acabou por se formar em alguns casos. Nenhum será esquecido.

À minha mãe que me proporcionou a oportunidade de me formar e por todo o apoio, preocupação e conselhos dados ao longo do percurso. Um enorme obrigada também ao meu padrasto que sempre esteve pronto a ajudar.

Ao Miguel um agradecimento especial por todo o carinho, força e paciência.

Por fim, a todos os meus amigos que me deram momentos de alegria, carinho e força, exclusivamente à Ariana, Sandra, Raquel, Diana e Joby.

## palavras-chave

*Lean*, Desperdícios, Balanceamento, *Layout*, *Standard*, Sistema *Pull*, Gestão Visual

## resumo

Nos dias que correm, cada vez mais empresas optam por adotar a filosofia *Lean* e as suas diversas ferramentas com o foco de criar uma cultura de melhoria contínua. Como pilar desta metodologia, existe a necessidade de identificar o que cria valor numa empresa e ambicionar aumentá-lo, exercendo um esforço de reduzir qualquer tipo de desperdícios. A atividade da empresa em questão apresenta uma geração de significativas quantidades de desperdício no seu dia-a-dia e requer o estabelecimento de determinadas medidas para o combater.

O presente relatório de projeto apresenta a abordagem de diversas metodologias *Lean* e a sua implementação numa unidade industrial da Bi-Silque SGPS S.A. com vista a melhorar o desempenho de uma linha de produção, sendo esta uma das quatro linhas de montagem e embalagem pertencentes ao pavilhão Bi-Office. Para tal, foi criado um sistema de gestão visual e foi elaborado o balanceamento da linha, perspetivando a redução de *stock* intermédio, instruindo a moldura humana para o *Standardized Work*. Também foram identificados os aspetos problemáticos em geral que causariam desperdício e implementadas as melhorias necessárias, tornando o funcionamento da linha mais organizado e eficiente. Paralelamente, foram detetados outros tipos de desperdício causados pela distribuição das linhas de produção pelo setor. Foi, então, elaborada uma proposta de um *layout* mais benéfico com o objetivo de melhorar o funcionamento do pavilhão quanto ao seu fluxo de produção.

Relativamente à proposta de *layout* do setor, apesar desta ter sido apresentada, ficou pendente de validação. No entanto, seriam poupados cerca de 22% de toda a distância total correspondente a todos os fluxos que possam ser percorridos. Por outro lado, como resultado da substituição do equipamento, que implicou a realização de um balanceamento e implementação de outras metodologias, verificou-se um aumento de produção em cerca de 74% e, conseqüentemente, uma redução do *stock* intermédio que existia entre a montagem e a embalagem da linha em questão. Além disso, foram concebidas melhores e mais ergonómicas condições de trabalho dos operadores e instruídas as boas práticas dos 5S. Tudo isto se transforma num rumo a seguir para gerar uma cultura de melhoria contínua no futuro da empresa.

**keywords**

Lean, Wastes, Balancing, Layout, Standard, Pull System, Visual Management

**abstract**

These days, more and more companies choose to adopt the Lean philosophy and its diverse tools with that focus to create a culture of continuous improvement. As a basis of this methodology, there is a need to identify what creates value in a company and strive to increase it by exerting an effort to reduce any kind of waste. The daily activity of the current company shows a generation of significant amounts of waste what requires the establishment of certain measures to fight it.

This project report represents the approach of several Lean methodologies and their implementation in an industrial unit of Bi-Silque SGPS S.A. with the aim of improving the performance of a production line, being this one of the four assembly and packaging lines that belong to the Bi-Office pavilion. For this, a visual management system was created and the line balancing was developed, instructing the human frame for the Standardized Work, aiming at the reduction of intermediate stock. Furthermore, the problematic aspects that would cause waste were identified and implemented the necessary improvements, making the operation of the line more organized and efficient. In parallel, other types of waste were detected due to the distribution of the production lines by the sector. A proposal for a more beneficial layout was then prepared with the aim of improving the operation of the pavilion in terms of its production flow.

Regarding the proposal of layout of the sector, although this one was presented, it was pending validation. However, about 22% would be saved of the total distance corresponding to all the flows that could be crossed. On the other hand, as a result of the replacement of the assembly machine, which implied a line balancing and implementation of other methodologies, there was an increase of production in about 74% and, consequently, a reduction of the intermediate stock that existed between the assembly and the packaging sections of the line. In addition, better and more ergonomic working conditions were provided to operators and the 5S good practices were taught. All this contributes to create a way to strive a continuous improvement culture in the future of the company.

## ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO .....	3
1.1 Motivação e Contextualização do trabalho .....	3
1.2 Método seguido no projeto.....	4
1.3 Estrutura do relatório.....	4
2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO .....	7
2.1 Introdução ao <i>Lean Manufacturing</i> .....	7
2.2 Ferramentas e técnicas <i>Lean</i> .....	13
2.2.1 Ciclo PDCA .....	13
2.2.2 Metodologia 5S .....	14
2.2.3 Gestão Visual.....	17
2.2.4 Diagrama de Ishikawa .....	17
2.2.5 Diagrama de Pareto.....	19
2.2.6 Standardized Work .....	19
2.2.7 Sistema Pull – Utilização de kanban .....	21
2.2.8 Layouts de Produção .....	22
2.2.8.1 Diagrama de Spaghetti .....	23
2.2.9 Balanceamento de Linhas .....	23
2.2.10 Heijunka .....	26
3. CASO DE ESTUDO .....	31
3.1 Apresentação da empresa .....	31
3.2 O produto e o seu processo de fabrico .....	33
3.3 Análise do estado inicial e problemas identificados .....	37
3.3.1 Mapa de fluxo da máquina que produz dimensões 90x60cm .....	38
3.3.2 5S.....	39
3.3.3 Outras observações.....	41
3.3.4 Layout atual .....	42
4. CASO PRÁTICO .....	47
4.1 Balanceamento da linha de produção de quadros de dimensões 90x60cm .....	47
4.2 Implementações de melhoria realizadas .....	53
4.2.1 Gestão Visual.....	58
4.2.2 Análise de paragens e microparagens .....	62
4.2.3 Heijunka .....	65
4.2.4 Proposta de novo layout .....	66
5. CONCLUSÕES .....	75
5.1 Reflexão sobre o trabalho realizado .....	75
5.2 Desenvolvimentos futuros.....	76
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	77



ANEXO A – <i>Layout</i> da linha 90x60 antes das alterações.....	79
ANEXO B - <i>Layout</i> atual do setor Bi-Office.....	80
ANEXO C – Descrição das estações de trabalho.....	82
ANEXO D – Auditoria dos 5S da linha 90x60 antes das alterações.....	84
ANEXO E - <i>Layout</i> da linha 90x60 após as alterações .....	85
ANEXO F – Folhas das medições de tempos.....	86
ANEXO G - Instruções de trabalho ( <i>Standardized Work</i> ), Equipa A (equipa de montagem).....	87
ANEXO H - Instruções de trabalho ( <i>Standardized Work</i> ), Equipa B (equipa de Embalagem).....	88
ANEXO I – PDCA para implementação das alterações .....	89
ANEXO J – Plano de Limpeza do equipamento 90x60 .....	93
ANEXO K – Diagramas de Ishikawa relativos a problemas de paragem encontrados .....	96
ANEXO L – Proposta de novo <i>layout</i> das linhas do setor Bi-Office.....	97

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - A casa TPS (Fonte: Liker, 2004) .....	8
Figura 2 - Os cinco princípios <i>Lean</i> (Fonte: <a href="http://expressogq.blogspot.pt/2009/11/os-5-principios-lean.html">http://expressogq.blogspot.pt/2009/11/os-5-principios-lean.html</a> ) .....	10
Figura 3 - Os sete tipos de desperdício (Fonte: <a href="http://www.4lean.net">http://www.4lean.net</a> ) .....	11
Figura 4 - Relação entre Muda, Muri e Mura (Adaptado de: (Pienkowski, 2014)) .....	12
Figura 5 - Ciclo PDCA (Fonte: Pienkowski, 2014) .....	14
Figura 6 - Os cinco S (Fonte: <a href="http://www.pmexpand.pt">http://www.pmexpand.pt</a> ) .....	14
Figura 7 - Exemplo de posto de trabalho após 5S (Fonte: <a href="http://www.artoflean.com">www.artoflean.com</a> ) .....	16
Figura 8 - Exemplos de controlos visuais (Fonte: <a href="http://www.logismarket.pt">www.logismarket.pt</a> ) .....	17
Figura 9 - Diagrama de Ishikawa (Fonte: <a href="http://www.portal-administracao.com/">http://www.portal-administracao.com/</a> ) .....	18
Figura 10 - Relação entre SW e Instrução de trabalho (Fonte: Liker e Meyer, 2007) .....	20
Figura 11 - Exemplo de Instrução de trabalho (Fonte: <a href="http://www.artoflean.com">www.artoflean.com</a> ) .....	20
Figura 12 - Representação simplificada do sistema pull (adaptado de Pinto, 2014) .....	21
Figura 13 - Demonstração de um Diagrama de Spaghetti (Fonte: <a href="http://www.breezetree.com/articles/spaghetti-diagram.htm">www.breezetree.com/articles/spaghetti-diagram.htm</a> ) .....	23
Figura 14 - Exemplo de diagrama de precedências (Fonte: Becker & Scholl, 2006) .....	24
Figura 15 - Exemplo de uma linha com postos de trabalho paralelos .....	26
Figura 16 - Ilustração de um <i>heijunka box</i> (Fonte: <a href="http://www.lean.org/lexicon/heijunka-box">www.lean.org/lexicon/heijunka-box</a> - <i>Lean Enterprise Institute</i> ) .....	27
Figura 17 - Aida Vasconcelos na participação de uma das primeiras feiras internacionais (Fonte: <a href="http://www.bisilque.com">http://www.bisilque.com</a> ) .....	31
Figura 18 - Alguns produtos da Bi-Silque .....	32
Figura 19 - Conjunto das empresas pertencentes a Bi-Silque SGPS S.A. ....	32
Figura 21 - Perfil Maya com canto cravado .....	34
Figura 20 - Perfil Maya com canto picado .....	34
Figura 22 - Processos de fabrico e os respetivos equipamentos do setor Bi-Office .....	35
Figura 23 - Organigrama da direção de produção .....	37
Figura 24 - Mapa de fluxo de produção de quadros 90x60 .....	38
Figura 25 - <i>Stock</i> intermédio de quadros para embalar .....	39
Figura 26 - Estante dos acessórios da linha de embalagem 90x60 .....	40
Figura 28 - Móvel para acondicionamento de folhetos de instruções e etiquetas que seguem dentro de cada embalagem .....	41
Figura 27 - Móvel para as ordens de fabrico .....	41
Figura 29 - Máquina nova para dimensão 90x60 .....	47
Figura 30 - Diagrama de precedências com as durações das tarefas da 90x60 .....	50
Figura 31 - Estante com prateleiras antigas .....	53
Figura 32 - Estante com novas prateleiras .....	54

Figura 33 - Estante após as alterações .....	54
Figura 34 - Caixas com acessórios (antes e depois) .....	55
Figura 35 - Novos <i>kanbans</i> de reposição da Embalagem 90x60 .....	55
Figura 36 - Móvel antigo das instruções e etiquetas .....	56
Figura 37 - Móvel para armazenar instruções e etiquetas novo .....	57
Figura 38 – Indicações nas prateleiras e caixas .....	58
Figura 39 - Instruções para o Material Rejeitado .....	58
Figura 40 - Indicações na parede pertencente à linha 90x60 .....	59
Figura 41 - Afixação de Instruções de Trabalho e de Limpeza na linha .....	59
Figura 42 – Marcações de planos e perfis não conformes (antes) .....	60
Figura 43 – Marcações de perfis não conformes (depois) .....	60
Figura 44 – Marcações de planos não conformes (depois) .....	60
Figura 45 – Marcações de matéria-prima - planos (antes e depois) .....	61
Figura 46 – Marcações de matéria-prima - perfis (depois) .....	61
Figura 47 – Marcações de material auxiliar - paletes .....	61
Figura 48 – Indicações e marcações para os 2 tipos de cartão de cada tamanho para as caixas de embalagem .....	62
Figura 49 - Máquina de fita-cola .....	64
Figura 50 - Dispensador de fita-cola manual .....	64
Figura 51 - Móvel de sequenciamento das Ordens de Fabrico (antes) .....	65
Figura 52 - Móvel de sequenciamento das Ordens de Fabrico (depois) .....	66

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Ferramentas e métodos essenciais do <i>Lean Manufacturing</i> (Adaptado de: Belekoukias, Garza-Reyes, & Kumar, 2014) .....	9
Tabela 2 - Parâmetros dos produtos.....	33
Tabela 3 - Tarefas a efetuar no fabrico de um quadro 90x60 e a sua duração.....	49
Tabela 4 - Algoritmo do Maior Peso Posicional aplicado ao processo 90x60 .....	51
Tabela 5 - Comparação de indicadores de desempenho entre a situação inicial e após as alterações .....	52
Tabela 6 - Descrição de ocorrências de paragens e microparagens .....	63
Tabela 7 - Diferença de distâncias pertencentes aos fluxos 60x45 e 90x60.....	68
Tabela 8 - Diferença de distâncias pertencentes aos fluxos dos Manuais Pequenos e da Nova Process.....	68
Tabela 9 – Diferença de fluxos percorridos pelos diferentes meios de transporte.....	70

## **ÍNDICE DE GRÁFICOS**

Gráfico 1 - Exemplo de gráfico de <i>Yamazumi</i> (Fonte: Pienkowski, 2014)	26
Gráfico 2 – Gráfico ABC de quantidades produzidas de 2016	36
Gráfico 3 - Família 90x60	36
Gráfico 4 - <i>Yamazumi</i> inicial da Montagem 90x60	48
Gráfico 5 - <i>Yamazumi</i> inicial da Embalagem 90x60	48
Gráfico 6 - <i>Yamazumi</i> final da Embalagem 90x60	52
Gráfico 7 - Diagrama de Pareto para as ocorrências de paragem 90x60	63

## Lista de Abreviaturas

5S – *Seiri-Seiton-Seiso-Seiketsu-Shitsuke*

*Buffer* – local de armazenamento temporário

JIC – *Just-In-Case*

JIT – *Just-In-Time*

*Lead-time* – tempo que um produto demora a atravessar todas as operações dentro da cadeia de abastecimento

*Memo* – nome que se atribui a um quadro montado

OF – Ordem de Fabrico

PA – Produto Acabado

SW – *Standardized Work* (Trabalho Padronizado)

TPS – *Toyota Production System* (Sistema de Produção da Toyota)

WIP - *Work In Progress* (Trabalho Em Curso)



# Capítulo 1

## *Introdução*

---





## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1 Motivação e Contextualização do trabalho

O presente projeto foi desenvolvido com o objetivo da obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial. Para tal, realizou-se um Estágio Curricular na empresa Bi-Silque, SGPS, S.A., que se situa em Esmoriz, com a duração de 8 meses. A entidade manufatura produtos de comunicação visual como quadros de escrita, cavaletes, quadros interativos, entre outros.

“Gerir uma cadeia de abastecimento atual envolve especialistas em produção, compras e distribuição. (...) As mudanças nas operações e na gestão de abastecimento têm sido verdadeiramente revolucionárias e o ritmo do progresso não mostra sinais de moderação” (Jacobs e Chase, 2014). A gestão é um sistema complexo que engloba toda a empresa e que implica o indivíduo no centro da atividade da empresa, exigindo que haja uma certa cultura, basear as estratégias em considerações de organização atualizáveis e métodos científicos aperfeiçoados por engenheiros, assim como a utilização de instrumentos úteis e específicos pelos colaboradores. Devido à situação atual do mercado, à sua globalização e a uma competição cada vez maior entre as organizações, existe a necessidade de inovar, reforçar a flexibilidade e versatilidade e procurar implementar uma cultura de melhoria contínua. Para tal, é cada vez maior o número das empresas que optam por aplicar metodologias *Lean*.

Segundo Mathaisel e Nightingale *et al.*, citado por Shamah, uma empresa *Lean* é "uma entidade integrada que cria valor de modo eficiente para os seus diversos *stakeholders*, empregando princípios e práticas *Lean*", Shamah (2013). No plano atlético, *Lean* significa em boa forma ou magro. Autores como Womack e Jones (1996) também defendem que a noção do valor é o primeiro princípio do pensamento *Lean*. Assim sendo, a atividade principal de uma empresa, que tem por base o pensamento *Lean*, é direcionada a gerar e acentuar o seu valor. Porém, existem empresas que confundem a criação do seu valor com a redução dos seus custos, originando, assim, uma compreensão errada do que é o *Lean* em si. Esta filosofia aponta que é necessário que as organizações se concentrem a aumentar o seu valor, reduzindo os desperdícios e alocando da melhor forma todos os seus recursos, o que consequentemente conduzirá a uma notável diminuição de custos.

A organização em questão – Bi-Silque, SGPS, S.A. - é dedicada à produção e comercialização de produtos de comunicação visual para escritório e casa, oferecendo um vasto leque de variedade entre os produtos, tanto em tamanho como no seu *design*. A empresa tem vindo a crescer cerca de 20% ao ano no seu volume de vendas, sendo um ritmo desfavorável à organização e controlo de todos os aspetos em simultâneo para o seu correto funcionamento e aproveitamento adequado do espaço existente. Desta forma, a empresa tem vindo a investir constantemente em implementações no âmbito da filosofia *Lean* com o objetivo de otimizar os processos reduzindo os desperdícios, manter organizado o espaço de trabalho dos colaboradores para aperfeiçoar o fluxo na cadeia de valor interna e melhorar continuamente. Para assegurar este processo de melhoria contínua, o projeto irá centrar-se na implementação de metodologias *Lean* para otimizar o processo de Montagem e Embalagem do setor Bi-Office, concentrado no fabrico de produtos para escritório. Dado que existem quatro linhas de Montagem e Embalagem no sector que se dividem por dimensão dos quadros que produzem, o foco será otimizar a linha que trabalha as medidas 90x60cm, podendo ser criado um projeto-piloto para melhorar o desempenho das restantes linhas. Por outro lado, será proposto um novo *layout* deste sector com vista a minimizar os desperdícios de transporte e tempo que se verificam atualmente.

## 1.2 Método seguido no projeto

Em primeiro lugar, realiza-se o trabalho de campo para entender todo o processo e todas as etapas que são realizadas para obter o produto acabado através de observação direta, questões a colaboradores e recolha de dados. Somente desta forma se conseguem detetar falhas e aspetos que carecem de melhoria. Além disso, foram definidos indicadores que retratam a situação inicial e constituirão os resultados após as melhorias implementadas. Posto isto, procuram-se as causas dos problemas e aplicam-se as metodologias *Lean*, sendo que todo este processo é realizado em conjunto com os operadores pois a sua opinião é fundamental no que toca aos próprios postos e o modo de executar as tarefas. Estas metodologias dizem respeito a ferramentas e técnicas como: os 5S, *Standardized Work*, Gestão Visual, Balanceamento de linhas, utilização de *kanban*, entre outros. Por outro lado, este procedimento é simultaneamente sustentado pela revisão bibliográfica que servirá de base teórica do relatório do projeto e se torna num pilar essencial para obter o conhecimento imprescindível para a realização do mesmo.

Os indicadores definidos dizem respeito à quantidade de *stock* intermédio existente, *lead time*, distância percorrida e ergonomia dos postos de trabalho.

Posteriormente à implementação das medidas de melhoria terá de ser realizada uma formação aos colaboradores relativamente às mudanças efetuadas e o devido acompanhamento para que estas sejam mantidas.

Quanto à proposta de um novo *layout*, será necessário recolher dados sobre o layout atual e analisá-lo, efetuar os devidos cálculos dos ganhos e determinar as vantagens que poderão eventualmente surgir após uma construção de um *layout* alternativo.

## 1.3 Estrutura do relatório

O presente relatório divide-se em cinco capítulos. O primeiro capítulo consiste em introduzir o enquadramento do projeto a efetuar e a motivação para a sua realização, como também a metodologia utilizada para tal.

O capítulo seguinte representa o enquadramento teórico que sintetiza toda a base bibliográfica utilizada na realização do projeto, começando pela produção baseada na filosofia *Lean*, passando para as suas ferramentas e metodologias e concluindo com os fundamentos a ter em conta sobre *layouts*.

No terceiro capítulo é feita uma apresentação da empresa em questão, a sua história, a descrição do processo de criação dos produtos do pavilhão Bi-Office e a caracterização dos problemas identificados.

No capítulo quatro, juntamente com a análise do estado atual são apresentadas as implementações de melhoria realizadas e também a proposta de *layout* do pavilhão. É feita uma comparação entre o estado atual e o anterior da linha e, conseqüentemente, uma análise crítica e discussão dos resultados obtidos.

Por fim, no último capítulo são referidas as conclusões de todo o projeto, bem como os desenvolvimentos futuros que possam ser úteis para a evolução da organização.

## **Capítulo 2**

### ***Enquadramento teórico***



## 2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO

Neste capítulo será apresentada uma revisão bibliográfica dos aspetos e tópicos mais importantes a abordar na realização do projeto em questão para uma melhor compreensão das atividades realizadas.

### 2.1 Introdução ao *Lean Manufacturing*

Segundo Jacobs e Chase (2014), a base do pensamento *Lean* provém do método de produção *Just-In-Time* (JIT). Este método foi pioneiro no Japão, na Toyota, em 1970, embora o conceito já existisse nos anos 1900 nos Estados Unidos, quando Henry Ford recorria a este modo de fabrico, transformando as suas linhas de montagem em movimento contínuo para produzir automóveis. Mais tarde, em 1930, as indústrias japonesas adquiriram o mesmo conceito, sendo que só em 1970 este foi totalmente auferido e adaptado por Taiichi Ohno que se concentrou em produzir automóveis com maior foco na sua qualidade e na redução do seu tempo de entrega, criando o *Toyota Production System* (TPS). Este conceito ia contra o modelo de produção tradicional, *Just-In-Case* (JIC), que se baseia em criar produtos para *stock* com o objetivo de acompanhar sempre a procura na existência da sua incerteza. O resultado deste método são os enormes desperdícios em inventário, tanto em espaço como na possibilidade de nunca vir a ser vendido (Liker, 2004).

Quando Taiichi Ohno começou a desencadear o TPS e avançar com algumas das suas ideias, notou que as pessoas não aderiam devidamente às mudanças que se pretendiam implementar. Iniciando o seu trabalho numa oficina de máquinas industriais, o objetivo seria obter um fluxo de uma única peça de cada vez. Para tal, Taiichi carecia de colaboradores com várias qualificações e foi nesse momento que encontrou resistência e compreendeu que tinha de ser paciente, não podia, simplesmente, ordenar as pessoas a seguir as regras. Teria de pensar em desenvolvê-las com o objetivo de ampliar a sua capacidade de resolver os problemas autonomamente e poder sustentar os seus métodos de trabalho (Liker e Meyer, 2007).

Desde então e até aos dias de hoje, o sucesso fenomenal da Toyota é uma história de negócios conhecida em todo o mundo. É um facto que, após os altos e baixos de todos estes anos, a empresa continua a ser bem-sucedida e nenhuma outra foi capaz de duplicar os seus resultados nos últimos 30 anos. O seu segredo resume-se às pessoas empenhadas e competentes, apoiadas por um sistema que exige a utilização do seu talento. Hoje em dia, as organizações têm acesso à mesma tecnologia, máquinas, matérias-primas e até ao mesmo conjunto de potenciais colaboradores mas é o seu conhecimento e capacidade que as distinguem de qualquer outra empresa. Além disso, para que Toyota tenha mantido o seu sucesso, na sua colaboração existem indivíduos que trabalham para adquirir e conservar fornecedores altamente confiáveis, com os quais interagem para desenvolver equipamentos que atendam às necessidades específicas do seu sistema de produção - TPS. A figura 1 mostra a estrutura do Sistema de Produção da Toyota que simboliza uma casa (Liker e Meyer, 2007).



**Figura 1** - A casa TPS (Fonte: Liker, 2004)

Segundo Liker (2004), o “telhado” da casa TPS indica os objetivos a atingir por uma empresa: melhor qualidade, menor custo e menor prazo, trabalhando com a maior segurança e correta atitude das pessoas. Existem dois pilares que sustentam esses objetivos: Just-In-Time, significa a remoção, tanto quanto possível, do inventário utilizado para amortecer as operações para prevenir problemas que possam surgir na produção. Para tal, considera-se apropriado estabelecer um fluxo de uma única peça, ou seja, produzir uma unidade de cada vez à taxa de procura do cliente. Assim sendo, o ideal é produzir o que é pretendido, na quantidade certa e no momento certo. O uso de *buffers* menores auxilia neste tipo de fabrico, uma vez que os problemas como defeitos de qualidade ficam imediatamente visíveis. Isso reforça o segundo pilar *jidoka*, que interrompe o processo produtivo sempre que haja uma oposição, levando os operadores a agir imediatamente para retomar a produção de forma adequada, nunca deixando passar um defeito para o próximo posto. No centro da casa permanecem as pessoas, que são a essência de tudo e sem as quais nada seria realizável. E, por fim, existem vários elementos fundamentais, que incluem a necessidade de processos padronizados, estáveis e eficientes, como *Standardized Work*, Gestão Visual, e também *heijunka*, que consiste em nivelar a sequência de produção quanto ao volume e variedade. Um planeamento nivelado é necessário para manter o sistema estável e permitir um inventário mínimo (Liker, 2004).

No resto do mundo, TPS é conhecido como “lean” ou “lean production”, uma vez que estes termos se tornaram populares em dois *best-sellers*, *The Machine That Changed the World* (Womack, Jones e Roos, 1991) e *Lean Thinking* (Womack e Jones, 1996), onde os autores deixam claro que o fundamento das suas pesquisas se baseia no TPS e no desenvolvimento deste na Toyota. Tudo isto foi o princípio para a criação e disseminação de um novo modo de fabrico, proporcionando o desenvolvimento e implementação de diversas metodologias *Lean*, apresentadas na tabela seguinte.

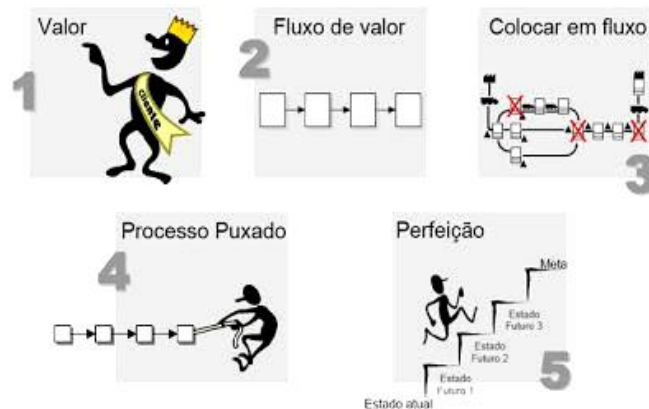
**Tabela 1** - Ferramentas e métodos essenciais do *Lean Manufacturing* (Adaptado de: Belekoukias, Garza-Reyes, & Kumar, 2014)

JIT	TPM	Autonomia	VSM	Kaizen
<ul style="list-style-type: none"> <li>• One piece flow</li> <li>• Pull System</li> <li>• Takt time</li> <li>• Fabrico em célula</li> <li>• Produção nivelada</li> <li>• Kanban</li> <li>• Gestão visual</li> <li>• Operadores multifuncionais</li> <li>• Aquisição JIT</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Overall equipment effectiveness (OEE)</li> <li>• Single minute exchange of die (SMED)</li> <li>• 5S</li> <li>• Manutenção autónoma</li> <li>• Manutenção planeada</li> <li>• Manutenção da qualidade</li> <li>• Controlo inicial antes da produção</li> <li>• Ambiente de segurança e higiene</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prova de erro/ Poka-yoke</li> <li>• Gestão visual</li> <li>• Sistema de trabalho completo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mapa de estado atual</li> <li>• Mapa de estado futuro</li> <li>• Diagramas de fluxo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 5S</li> <li>• Brainstorming</li> <li>• Fluxo contínuo</li> <li>• Kanban</li> <li>• Folha de dados</li> <li>• 5 Porquês</li> <li>• Diagrama de Pareto</li> <li>• Run chart</li> <li>• Diagrama de Gantt</li> <li>• VSM</li> <li>• Mapa de processo</li> <li>• Prova de erro</li> </ul>

Uma produção *Lean* integra atividades que visam uma produção de alto volume e qualidade com um *stock* mínimo de matérias-primas, produtos em processo (WIP) e produtos acabados (PA), eliminando os desperdícios tanto quanto possível. *Lean Manufacturing* é produzir o que o cliente deseja, na quantidade que deseja e no momento que deseja, consumindo o mínimo de recursos (Jacobs e Chase, 2014). Além disso, “o conceito do *lean management* engloba relações particulares com os clientes, fornecedores, colaboradores, uma estratégia financeira fora do comum, e constitui o prolongamento lógico da produção mais correta” (Bosenberg e Metzen, 1993).

Deste modo e de acordo com Womack e Jones (1996) e como podemos ver na figura 2, a receita do pensamento *Lean* para a eliminação de desperdício é um processo que se baseia em cinco princípios. Primeiro, existe a necessidade de especificar o valor que deve ser definido de acordo com a vontade do cliente. Em segundo lugar, é identificado o fluxo de valor. Esta etapa “deve distinguir atividades que agregam valor, que não agregam valor mas são inevitáveis, e aquelas que não agregam valor e são evitáveis. As atividades da terceira categoria devem ser eliminadas” (Womack & Jones, 1996). O terceiro princípio consiste em criar esse fluxo, sendo necessária uma mudança radical dos processos tradicionais em lote. Em seguida, o quarto princípio consiste em deixar o cliente “puxar” o produto conforme as suas necessidades, sendo ele a decidir o que é necessário produzir e quando. Por fim, o quinto princípio é chamado perfeição, onde o conjunto das quatro etapas referidas é considerado como um processo contínuo e somente através deste processo de melhoria contínua é possível manter os melhores resultados.





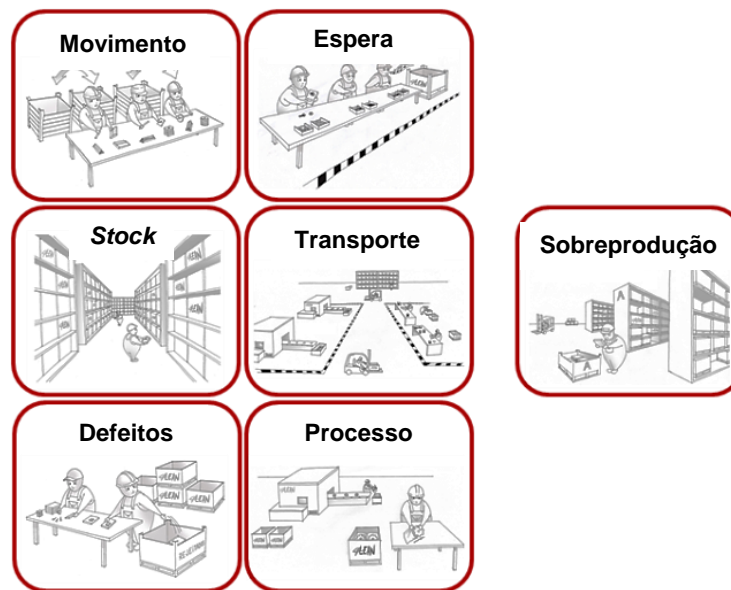
**Figura 2** - Os cinco princípios *Lean* (Fonte: <http://expressogq.blogspot.pt/2009/11/os-5-principios-lean.html>)

Segundo Liker (2004), existem três tipos de desperdício e estes são designados por três MU's: *Muda*, *Muri* e *Mura*, ou seja, são atividades que aumentam os prazos de entrega, causam movimento desnecessário no fabrico de produtos ou na obtenção de ferramentas, criam inventário em excesso ou causam qualquer tipo de espera, irregularidades na produção, sobrecarga ou subcarga. O termo *Muda*, em japonês, significa "desperdício" e é caracterizado pelo consumo de tempo, dinheiro e recursos sem agregar valor ao cliente (Pienkowski, 2014). O objetivo de identificar *Muda* é reconhecer quais as etapas necessárias para o processo, eliminando as inconvenientes. Este conceito diz respeito aos 7 desperdícios que inúmeras empresas têm procurado eliminar:

- 1. Excesso de produção:** Produção de itens para os quais não existem ordens de fabrico, o que gera desperdícios em utilização da mão-de-obra em excesso, custos de armazenamento e de transporte de *stock* em excesso.
- 2. Espera:** Momentos em que o colaborador permanece somente a assistir ao funcionamento de uma máquina automática ou a aguardar pelo próximo passo do processo por falta de ferramentas ou falha de abastecimento. Existe também a hipótese de não poder realizar nenhum trabalho devido a ruturas, atrasos de processo, paragens do equipamento e processos de gargalo.
- 3. Transporte desnecessário:** Perdas relativamente ao tempo e esforço gasto por transportar desnecessariamente o produto em processo (WIP) por longas distâncias. O recurso a transporte com pouca eficiência ou a movimentação evitável de materiais, WIP ou produtos acabados para dentro ou fora do armazém ou entre processos são, igualmente, origem deste tipo de desperdício.
- 4. Processos excessivos ou incorretos:** Perdas que provêm ao estabelecer operações desnecessárias para processar os itens. Além disso, a utilização de ferramentas em mau estado na conceção de produtos pode proporcionar um modo de fabrico ineficiente, causando a execução de movimentos desnecessários e produzindo defeitos. Por outro lado, são também gerados prejuízos quando se manufacturam produtos de qualidade superior ao necessário.
- 5. Excesso de inventário:** Possibilitar a existência do excesso de matéria-prima, WIP ou produtos acabados causando prazos de entrega mais longos, redução da vida útil e danificação dos produtos e custos devido ao armazenamento e atrasos de entrega.

Esta é uma considerável fonte de desperdício pois tem como consequências desequilíbrios de produção, tempo de inatividade do equipamento, longos tempos de *setup*, defeitos e entregas demoradas de fornecedores.

6. **Movimento desnecessário:** Consiste em desperdícios provenientes de movimentos que os colaboradores tenham de executar durante o seu trabalho, tais como procurar, tentar chegar aos itens ou ferramentas ou arrumá-los no seu lugar.
7. **Defeitos:** Produção de peças defeituosas que dão origem à reparação ou retrabalho ou produção de substituição. São estas que requerem uma nova inspeção, ou até sucata, e se exprimem em prejuízos quanto ao tempo e esforço.



**Figura 3** - Os sete tipos de desperdício (Fonte: <http://www.4lean.net>)

No entanto, existe um oitavo desperdício que Liker (2004) defende e que, apesar de ser de grande relevância, não tem sido tão abordado como os restantes:

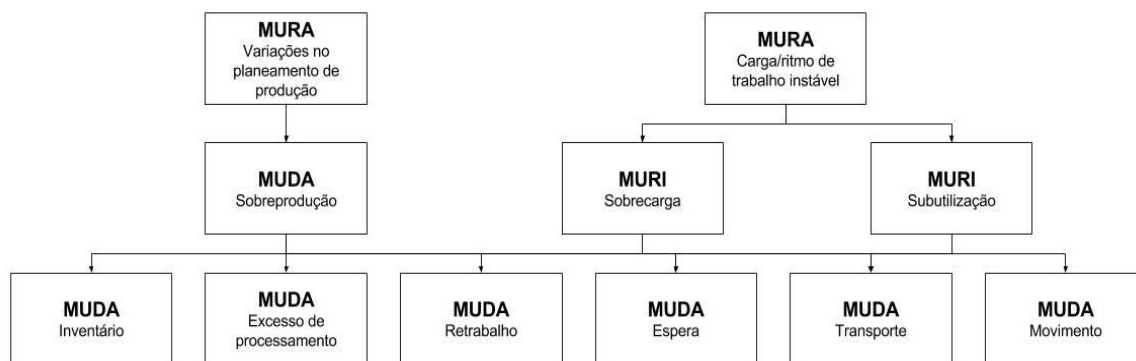
8. **Não utilização do potencial humano:** Consiste em perdas de tempo, ideias e habilidades que poderiam ser aproveitados e resultar em oportunidades de aprendizagem por não se ouvir nem deixar envolver os funcionários no processo.

Além de tudo, é de salientar que Pinto (2014) afirma que existem dois tipos de desperdício: desperdício puro e desperdício necessário.

- Desperdício puro deve-se a atividades que não são em nada úteis e podem ser facilmente eliminadas, o que se torna numa obrigação por parte de uma empresa visto que este tipo representa 65% de desperdício nas organizações. São exemplo: reuniões onde tudo se fala e nada se decide, pausas longas demais para o café, deslocações, paragens e avarias.
- Desperdício necessário representa todas as atividades que têm de ser realizadas mas que não adicionam valor ao produto. Estas podem consistir em inspeções de matérias-primas, de qualidade, procedimentos de troca de ferramentas (*setups*), entre outros.

O segundo termo *Muri* consiste em sobrecarregar pessoas ou equipamentos. Por outras palavras, é exigir esforço de uma máquina ou operador aquilo que ultrapassa os seus limites naturais. Isto tem como consequência os problemas de segurança e qualidade, quanto aos operadores, devido ao stress causado pela pressão, reduzindo o seu desempenho, e geração de falhas e defeitos por parte do equipamento (Liker, 2004; Pienkowski, 2014). *Muri* também pode ser relacionado com o mau aproveitamento da capacidade tanto dos colaboradores como da máquina, o que causa tempos de inatividade. Pienkowski (2014) também defende que existem três fatores que causam o *Muri*: a má disposição da estação de trabalho, devido ao *layout* inadequado; falta de SW, devido a falhas do seguimento dos 5S, instruções pouco claras e má comunicação, que levam à sobrecarga de funcionários e, no caso de equipamento, faltas de padrões de manutenção e utilização inadequada; e, por fim, a variação da produção (*Mura*) que resulta como consequência de pressão e esgotamento do operador e do equipamento, levando aos defeitos e atrasos de produção e paragens ou avarias da máquina.

O último termo, *Mura*, significa variação ou irregularidade e refere-se ao desperdício de inconsistência no volume de produção. Pode assumir diferentes formas de variações, como quanto à programação da produção ou à carga e ao ritmo de trabalho. Assim, *Mura* leva ao acontecimento dos outros dois MU's, isto porque em sistemas de produção normais por vezes há mais trabalho do que as pessoas ou máquinas podem comportar e, outras vezes, existe a falta deste. Esta irregularidade pode resultar de uma sequência de produção variável à variação dos volumes de produção em virtude da sua adaptação aos problemas internos, como o tempo de inatividade, defeitos ou ausência de material (Pienkowski, 2014). Em seguida, representa-se um esquema que corporiza a relação entre os três MU's.



**Figura 4** - Relação entre Muda, Muri e Mura (Adaptado de: (Pienkowski, 2014))

Apesar de *Lean Manufacturing* fornecer diversos benefícios à empresa e aos colaboradores, este modo de produção não podia deixar de ter as suas desvantagens. Esta filosofia, como já foi referido, provém do Japão, onde as pessoas têm uma cultura bastante própria e particular que deriva do ambiente familiar em que são criadas. Segundo Mehri (2006), as empresas japonesas têm um modo único de gestão do trabalho: funcionam como instituições de apoio social onde os operadores e a administração possuem uma relação interdependente. Este tipo de relação exige que os operadores sejam leais e cooperativos e, em contrapartida, a empresa dispõe de um emprego estável e de oportunidades para participar nas suas tomadas de decisão (Mehri, 2006). Existe, então, um entrave significativo em aplicar este método de produção em outros países,

pelo esforço que se faz em mudar as pessoas para serem corretamente disciplinadas e seguirem a cultura de entreajuda e interdependência e não uma cultura competitiva e de indiferença, resolver os problemas com cooperação e não confronto. Além do mais, torna-se mais difícil torná-las leais ao seu trabalho e à organização em que estão inseridas.

Por outro lado, este modo de fabrico expõe os colaboradores ao *stress* e, em alguns casos, exploração, e por vezes é insensível às suas necessidades. Além disso, apesar de poder ser aplicado a qualquer organização industrial com o objetivo de incorporar técnicas novas e inovadoras, pensa-se que *Lean Manufacturing* é uma regressão às práticas antigas do taylorismo (Mehri, 2006).

Por fim, apesar de se poupar bastante espaço com este modo de produção, existem casos em que as empresas têm em consideração cada centímetro quadrado para construir as suas plantas (*layouts*), o que pode resultar em espaços de trabalho bastante justos para os colaboradores, comprometendo a sua segurança.

## 2.2 Ferramentas e técnicas *Lean*

### 2.2.1 Ciclo PDCA

O ciclo PDCA é uma metodologia que regulariza e suporta a melhoria contínua e a sua origem remonta os anos 30, criada por Walter Shewhart. Porém, foi apenas a partir dos anos 50 que esta ferramenta foi popularizada por W.E. Deming (Pinto, 2014).

Este surge devido à necessidade de reunir os dados a analisar sobre uma situação anómala para conduzir a uma tomada de decisão acertada e, conseqüentemente, à realização de ações pretendidas. Apesar de ser um aspeto importante numa organização, muitas delas ainda não o adaptam à sua realidade, pois abdicam do planeamento, passando logo à ação, não passando sequer para as fases seguintes, o que dá origem a interrupções constantes, avanços e recuos e à criação de imenso desperdício (Pienkowski, 2014; Pinto, 2014).

De acordo com Pienkowski (2014), o primeiro passo, *Iniciação*, consiste em determinar os princípios do processo de melhoria ou de resolução de algum problema. Definem-se os pontos de iniciação com base nos limites de cada indicador de desperdício e caso algum do seu valor estiver abaixo ou acima do limite, deve ser acionada a primeira etapa do ciclo: *Plan*.

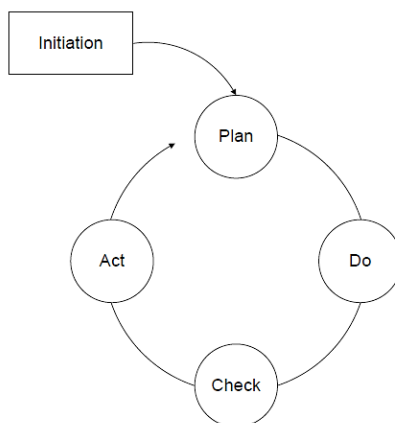
*Plan* responsabiliza-se por analisar cuidadosamente o problema e listar as suas potenciais razões, indo de encontro à sua raiz. Uma vez que esta for encontrada, é elaborado um plano de ação para proceder à sua eliminação. Durante esta etapa podem ser usadas as ferramentas como diagrama de Ishikawa, 5 Porquês ou *brainstorming*.

O próximo passo, *Do*, corresponde à implementação do plano de ação propriamente dito, o mais rapidamente possível. Deverá ser selecionado o líder responsável pela implementação e deve haver apoio de ferramentas e equipamento adequado. É importante que haja supervisão da conclusão do plano para garantir que a ação segue como conforme.

Seguidamente, o passo *Check* consiste em verificar o desempenho da implementação da ação e a eficácia das medidas utilizadas. É aqui que são comparados os valores dos indicadores de antes e depois da implementação para comprovar se já se encontram no nível desejado.

Por fim, existe a fase *Act*, que garante que são tomadas medidas corretivas e para tal, são introduzidas as normas necessárias que asseguram a eliminação permanente do problema. Tais normas têm de ser monitoradas regularmente e melhoradas, caso for necessário.

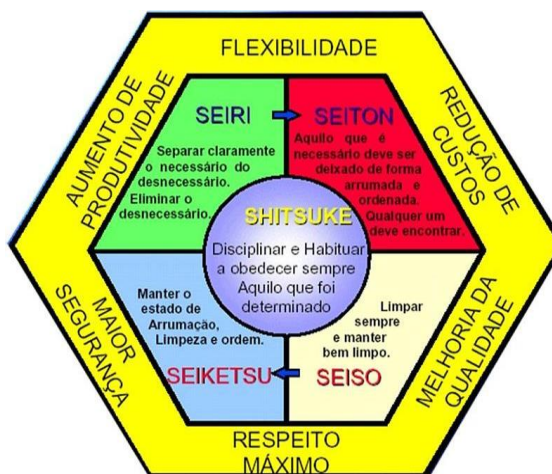
O ciclo PDCA é apresentado sob a forma de um círculo com cada uma das quatro partes a ocupar um quarto de círculo. Normalmente atribui-se 50% ao P, por ser mais importante planear a ação adequadamente, e os restantes seriam D 15%, C 15% e A 20% (Pinto, 2014).



**Figura 5** - Ciclo PDCA (Fonte: Pienkowski, 2014)

### 2.2.2 Metodologia 5S

De acordo com (Filip & Marascu-Klein, 2015; Liker, 2004; Pinto, 2014), esta ferramenta apresenta um conjunto de hábitos que se criam numa cultura de melhoria contínua de uma empresa para reduzir os desperdícios, melhorar o desempenho das pessoas e processos com uma abordagem simples e fácil de adaptar em qualquer local de trabalho. Consiste na constituição e manutenção de um local bem organizado, limpo, seguro e favorável à alta eficiência e qualidade dos produtos devido à eliminação de perdas relacionadas com falhas e ruturas (Pinto, 2014). Estas práticas são denominadas como: Seiri (organização), Seiton (arrumação), Seiso (limpeza), Seiketsu (normalização) e Shitsuke (autodisciplina).



**Figura 6** - Os cinco S (Fonte: <http://www.pmexpand.pt>)

- **O primeiro S – Seiri** – consiste em separar o que é necessário do que é inútil ou dispensável, ou até mesmo resíduo. O objetivo é entender todo o processo e verificar o que existe no posto de trabalho para que permaneça apenas o que for adequado para a realização correta do processo em si. É utilizar os materiais, equipamentos e ferramentas com equilíbrio e bom senso. Para tal, é necessário verificar toda a área de trabalho, mesmo as partes menos abordáveis. Durante este processo, são feitas perguntas como “Para que serve isto?”, “Quem utiliza isto?” ou “Com que frequência se usa isto?”. Assim, os objetos desnecessários são removidos, proporcionando mais espaço, mais facilidade de limpeza e manutenção, redução de custos e melhor controlo de *stock* intermédio.
- **O segundo S – Seiton** – diz respeito à organização tanto do espaço como da distribuição das ferramentas, ou seja, de tudo o que o operador precisa para realizar devidamente o seu trabalho. O objetivo é fornecer um posto onde este possa procurar, aceder e recorrer rapidamente aos utensílios e materiais a manusear no processo. Como no primeiro S se verifica com que frequência se usam todos os instrumentos e objetos. Aqui, estes são organizados de forma a que os mais frequentes de utilizar são os mais fáceis de encontrar e se situam o mais perto possível, e as coisas menos precisas, mesmo sendo necessárias, são armazenadas adequadamente perto do posto mas um pouco mais afastadas. Assim sendo, a distância e a localização dos objetos ao local de trabalho dependem da sua frequência de utilização. No caso das ferramentas que são usadas por vários operadores, têm de ser armazenadas no mesmo lugar. O maior sentido deste S é ter um lugar para cada coisa e ter cada coisa no seu lugar. As suas vantagens revertem-se em economias de tempo, tanto na preparação do posto de trabalho como das operações do processo em si, e na localização do material e utensílios necessários.
- **O terceiro S – Seiso** – resume-se na limpeza do espaço. Consiste em eliminar a sujidade, resíduos e objetos desnecessários ao ambiente, ou seja, manter limpo o piso, estantes, armários, gavetas, o próprio equipamento e as linhas, e manter a legibilidade na informação entregue. “A qualidade só se atinge em ambientes limpos” (Filip & Marascu-Klein, 2015). Por este facto, as fontes de desequilíbrio são encontradas mais facilmente. Além do espaço físico, este S também se refere ao ambiente de trabalho agradável quanto ao relacionamento pessoal entre os colegas, que se baseia em transparência, honestidade, franqueza e respeito. As vantagens traduzem-se num ambiente de trabalho saudável, menos propício a acidentes, uma melhor conservação das ferramentas e equipamentos, e melhoria no relacionamento interpessoal.
- **O quarto S – Seiketsu** – diz respeito ao senso de padronização e definição de uma norma geral de arrumação e limpeza do posto de trabalho. Normalizam-se os equipamentos/postos de trabalho do mesmo tipo em toda a fábrica. Os exemplos deste conjunto de práticas poderão consistir em estabilização de marcações no chão para identificar locais referentes a produtos semiacabados ou acabados, ou áreas de produção, ou utilizar placas de indicação, etiquetas para identificar gavetas, caixas e estantes, quadros sombra para ferramentas, estantes e armários personalizados, supermercados<sup>1</sup>, entre outros, usando cores específicas, sinais de iluminação,

---

<sup>1</sup> Supermercado é um suporte que permite um acondicionamento de componentes necessários para o processo, sendo facilmente entregues no local adequado pelo operador do comboio logístico e possibilitando um fácil e rápido acesso a estes pelo operador da linha. Este pode funcionar por *kanban* ou *junjo*.

indicações, etc. Este S, além de ter a função crucial de manter os primeiros S ativos, também se responsabiliza pela questão da saúde do colaborador, pelo que terão de ser verificadas as casas-de-banho, refeitórios e outros espaços para que sejam identificados problemas que possam prejudicar a saúde do colaborador. Portanto, estas ações conduzem também a uma melhoria das condições de segurança.

- **O quinto S – *Shitsuke*** – por fim, o último, refere-se ao cumprimento das etapas anteriores, sendo criado um senso de comprometimento e autodisciplina dos colaboradores. Isto significa que estes fazem o seu papel mesmo não sendo vigiados, estendendo estes conceitos até na sua vida pessoal, gerando padrões éticos e morais de cada indivíduo. Tal facto implica que se faça bem à primeira, eliminando a variabilidade, e que se verifique se está tudo no seu lugar. Além disso, tem de ser verificado o estado de limpeza e se as ações e as inspeções estão a ser bem realizadas. Assim, tem-se por base as ajudas visuais como indicadores de direção, cores, luzes, podendo criar um sistema de lista de verificação para auxiliar as tarefas a cumprir. As vantagens deste S consistem em melhorar a qualidade, produtividade, segurança no trabalho, relações humanas, dando mais valor ao ser humano.

Esta ferramenta forma uma base para implementar outras soluções *Lean* pois proporciona um ambiente ideal para a otimização e aumento da eficiência das atividades, em consequência de incentivar os colaboradores a melhorar o seu próprio local de trabalho e facilitar o esforço de reduzir os desperdícios. A convivência com os cinco conjuntos de práticas apresentadas leva os indivíduos a compreenderem melhor o seu papel dentro de uma organização e torna-os parte da pirâmide dos resultados alcançados.

Segundo Pinto (2014), ainda deve ser abordado um sexto S que cada vez mais empresas acrescentam aos S's anteriores. Este refere-se à segurança que é um fator imprescindível a qualquer atividade realizada, não podendo ser dissociado de forma alguma dos restantes S's.



**Figura 7** - Exemplo de posto de trabalho após 5S (Fonte: [www.artoflean.com](http://www.artoflean.com))



### 2.2.3 Gestão Visual

Os nossos olhos absorvem a maior quantidade de informação, sendo que só parte dela se mantém na nossa mente e esta tem de ser fornecida de forma adequada. Para tal, é fundamental transformar a informação relevante para um formato visualmente apelativo.

Gestão visual, também referida como controlo visual, consiste em tornar as coisas visíveis, lógicas e intuitivas para aumentar a eficiência e a eficácia das tarefas dos colaboradores, relacionando-se com uma deteção rápida de operações anormais, uma ajuda aos operadores para completarem as funções mais rapidamente e promove a padronização de processos. Pinto (2014) defende que “muitas empresas recorrem à gestão visual para tornar os processos mais simples, menos dependentes de sistemas informáticos e procedimentos formais”. Neste sentido, a informação visual deve ser o mais simples possível para que o operador receba de imediato a informação necessária sem criar dúvidas nem hesitações. Os sinais visuais podem ser de várias formas e alguns exemplos resumem-se a marcas pintadas no chão ou paredes, sombras das ferramentas num quadro, sinais luminosos (*andon*, semáforos, LEDs), roupa de diferentes cores, caixa *heijunka* e utilização de cartões *kanban* que se irão abordar posteriormente, entre outros. As práticas dos 5S são um enorme contributo para implementar a gestão visual.



**Figura 8** - Exemplos de controlos visuais (Fonte: [www.logismarket.pt](http://www.logismarket.pt))

### 2.2.4 Diagrama de Ishikawa

O diagrama de Ishikawa foi desenvolvido nos anos 1960 pelo professor japonês Kaoru Ishikawa, um pioneiro da gestão da qualidade. Esta é uma ferramenta de gestão da qualidade que permite uma análise lógica de um problema relacionado com um processo e, acima de tudo, identifica as suas causas e razões. Além de ser aplicável a uma variedade de atividades de produção e solucionar problemas que têm de ser resolvidos, também pode ser dirigida a uma questão que precisa de ser melhor compreendida ou elaborada em detalhe pela equipa de trabalho. Este diagrama também é conhecido como diagrama de Causa e Efeito ou diagrama de Espinha de Peixe. Isto porque a estrutura do diagrama inclui uma "espinha" central com o ponto de interesse anexado à extremidade



direita (a “cabeça” do peixe). As ramificações que surgem da linha central são "sub-espinhas" que representam as causas primárias, sendo que cada uma delas se analisa de forma independente, resultando, por sua vez, em outras “sub-espinhas”, que representam fatores contribuintes secundários ou subcausas (Plazibat, Krčum, & Skračić, 2015). A figura seguinte demonstra um esquema deste tipo de diagrama.



**Figura 9** - Diagrama de Ishikawa (Fonte: <http://www.portal-administracao.com/>)

A primeira etapa na criação do diagrama de Ishikawa envolve a definição de um problema e as suas características, que serão as referidas “sub-espinhas”. “Estas entram no lado esquerdo do diagrama e correspondem às causas do problema. Questões como "O quê", "Quando", "Porquê" e "Como" podem ajudar na sua determinação” (Plazibat *et al.*, 2015).

Cada característica pertence a um sistema de seis M's, como se representa na figura. Segundo Ishikawa (1985), estes se referem a *Método*, *Máquina*, *Medida*, *Meio Ambiente*, *Material* e *Mão-de-obra*.

- O primeiro diz respeito ao método utilizado para executar o trabalho;
- *Máquina* engloba todos os problemas relacionados com o mau funcionamento do equipamento e com as paragens que este causa, podendo ser derivado à falta de manutenção ou mesmo por ser operacionalizado de forma inadequada;
- *Medida* refere-se tanto às causas que envolvem instrumentos de medida, a sua calibração, a eficácia dos indicadores escolhidos para analisar as variações dos resultados, avaliações realizadas de forma incorreta, como também às decisões tomadas para alterar o processo;
- *Meio Ambiente* abrange problemas que possam surgir devido ao próprio local de trabalho, temperatura, poluição, sujidade, *layout* da área, dimensionamento incorreto dos equipamentos, falta de espaço, entre outros;
- *Material* diz respeito às causas provindas do uso de materiais com qualidade inadequada ou inconformidade técnica;
- *Mão-de-obra* são todas as causas de problemas derivados de atitudes e dificuldades por parte do colaborador, como por exemplo: pressa, desleixo, imprudência, falta de experiência ou qualificação, entre outros.

### *2.2.5 Diagrama de Pareto*

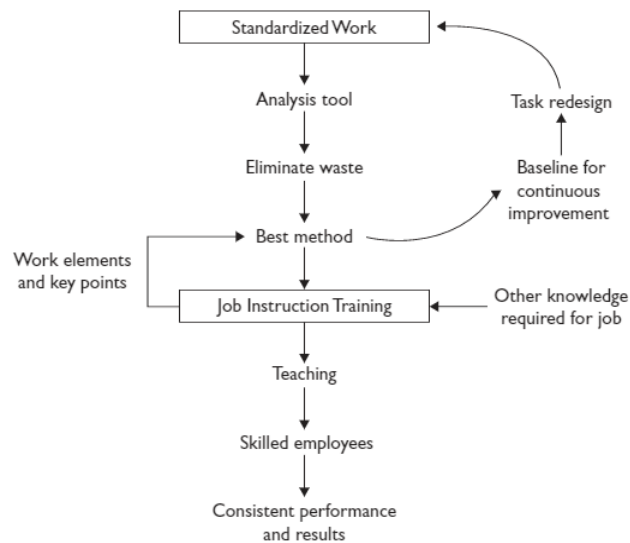
Para a realização de uma análise dos problemas e das suas causas, é necessário escolher adequadamente o problema a estudar. Para tal, existe o diagrama de Pareto, criado pelo economista Volfredo Pareto em 1897, que permite separar as causas mais relevantes de um problema de causas que não requerem tanta incidência. O diagrama consiste num gráfico de barras distribuídas por ordem decrescente e que constituem o número de ocorrências dos problemas (defeitos, paragens, etc.). Em seguida, é traçada uma curva de percentagem acumulada. De acordo com Pareto, nesta curva é possível determinar 20% das causas responsáveis por 80% dos problemas. Assim, as causas principais podem ser melhor identificadas e serem tratadas de um modo mais preciso (Koch, 2015; Pinto, 2014).

### *2.2.6 Standardized Work*

O trabalho padronizado (*Standardized Work*) é o processo usado pela Toyota para desenvolver métodos de trabalho que convertem as operações necessárias de modo a que se realizem sempre da mesma forma. Esta metodologia refere-se às tarefas a realizar, distribuição dos objetos, regras a cumprir e ao próprio modo de fabrico, e consiste em normalizar todos estes aspetos para tentar atingir um processo invariável. Caso contrário, a falta de compreensão detalhada do método de trabalho leva os colaboradores e líderes de equipa a gastar consideráveis quantidades de tempo para combater os problemas resultantes. Além disso, o trabalho padronizado também consiste em incentivar a equipa a ter bons hábitos e dar o melhor de si. Portanto, a normalização em si poderá ser a chave para o sucesso da empresa, sendo que a criação de trabalhos padronizados reduz a variação e o caos que poderão existir num processo de produção (Liker e Meyer, 2007).

Por outro lado, estes métodos são necessários para obter o fluxo de uma única peça de cada vez, que se torna num meio primordial para reduzir os desperdícios nas operações, uma vez que consiste num processo em que o produto passa unicamente pelas tarefas que lhe adicionam valor, seguindo para a etapa final que são as mãos do cliente. Por conseguinte, terá de existir uma relação entre a taxa de procura do cliente (*takt*) e a necessidade do balanceamento da linha, que são imprescindíveis para criar um fluxo adequado (Liker e Meyer, 2007).

É importante referir que o processo de instruir o trabalho padronizado passa por incluir um esquema de tarefas a realizar, designado como Instrução de trabalho, em cada linha de produção.



**Figura 10** - Relação entre SW e Instrução de trabalho (Fonte: Liker e Meyer, 2007)

Estas instruções, como se vê na figura 11, têm de possuir três elementos básicos:

- Sequência de produção – representa as tarefas a realizar durante o processo, a sua ordem, considerada como a melhor, e são identificados indivíduos responsáveis por cada tarefa.
- Tempo de ciclo – tempo necessário para concluir um conjunto de operações inerentes a um processo de produção de uma peça.
- Nível *WIP* (*Work in progress*) – nível de *stock* intermédio máximo existente entre cada operação ou, no caso da sua inexistência, que flui através das operações.

## Standardized Work Chart

Acme Corp.				Plant: Acme		Product: 8" Pinion Gear	
Standardized Work Combination Table				Area: Gear Machining		Op. _1_ of _1_	
Date:		By:		Approved By:		Process: Gear cutting exercise	
				Shifts: 2		Pg. _1_ of _1_	
				Volume: 600		Takt Time: 48 secs	
						Cycle Time: 48 secs	
No.	Major Steps	M I N U T E S	T A S K I D	T A S K I D	T A S K I D	T A S K I D	T A S K I D
1	Pick up raw material	1	--	--	--	--	--
2	Unload, load part and start M/C GC614	5	38	--	--	--	--
3	Unload, load part and start M/C CH228	6	7	--	--	--	--
4	Unload, load part and start M/C GC1444	6	38	--	--	--	--
5	Unload, load part and start M/C GC1445	6	30	--	--	--	--
6	Unload, load part and start M/C TS110	7	3	--	--	--	--
7	Pack FG in pallet	1	--	--	--	--	--

Working Sequence		Safety	SWIP	Quality
Working Sequence	Walking	Return to Start		
CH-228	GC-614	GC-1444	GC-1445	TS-110

Raw Matl  
FG Matl

**Figura 11** - Exemplo de Instrução de trabalho (Fonte: www.artoflean.com)

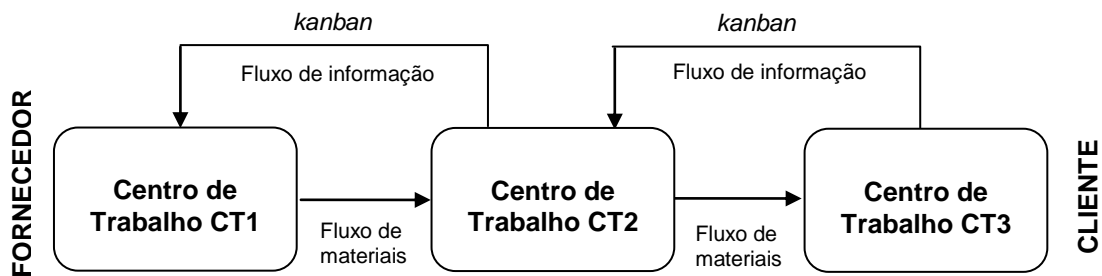
Segundo Pinto (2009), “a uniformização é um fator fundamental para o sucesso do *Lean Thinking*. Ao uniformizar os processos, materiais e equipamentos, a empresa

contribui para a redução dos seus desvios e garante a consistência das operações, produtos e serviços”.

### 2.2.7 Sistema Pull – Utilização de *kanban*

Segundo Rother e Shook (1999) “Crie fluxo onde possa, puxe onde deva”. Seguindo esta frase, uma empresa pode alcançar os seus objetivos da melhor forma, pois onde não for possível criar fluxo de uma única peça, o melhor a fazer é desenvolver um sistema *pull* que permita a existência de algum inventário (Liker, 2004).

Um sistema de fabrico é gerido por um sistema *pull* quando cada posto de trabalho “puxa” os materiais do posto anterior sempre que tem uma requisição do posto seguinte. Assim, todas as operações são efetuadas apenas quando é necessário, no tempo certo e na quantidade certa, dando princípio à produção JIT, ao contrário de sistemas tradicionais JIC, tal como dito anteriormente, onde a empresa se limita a produzir com o objetivo de possuir os produtos em *stock* com expectativa de a procura acontecer, empurrando os produtos para o cliente (sistema *push*) (Pinto, 2014).



**Figura 12** - Representação simplificada do sistema pull (adaptado de Pinto, 2014)

Tal como acontece no TPS, o ritmo de procura do cliente é transmitido ao longo de toda a cadeia de abastecimento, a informação de produção flui de processo para processo em sentido contrário ao fluxo dos materiais e a programação da produção é realizada de forma mais simples e autorregulável (Liker, 2004). Como tal, para ser bem-sucedido, um sistema *pull* depende do fluxo dos produtos através de pequenos lotes, aproximando o tempo dos processos ao *takt time*, nivelando a variedade e a quantidade dos produtos em relação ao tempo e sinalizando o reabastecimento através de sistema *kanban* (Sundar, Balaji, & Satheesh Kumar, 2014). Neste sentido, entra o uso de cartões *kanban* que consistem em proporcionar um sistema de *buffers* organizados para inventário. Um *buffer* é um local definido para reter o material ou *stock* intermédio em espera por curto período de tempo. A sua existência é necessária para suavizar o fluxo de produção quando existe uma incerteza da procura. Assim, “o *kanban* é um sistema de produção em lotes pequenos em que cada lote é armazenado em recipientes uniformizados (*containers*), contendo um número definido de peças e para cada lote mínimo existe um cartão *kanban* correspondente” (Pinto, 2014). Deste modo, o cartão acompanha as peças necessárias para a produção que se movimentam através dos postos de trabalho e sofrem as devidas alterações, dando origem ao produto final. De acordo com Sipper *et al.* (1997), *kanbans* podem ser classificados em dois tipos: para sinalização de produção e usados para transporte de reposição de *stock* de matéria-prima. No entanto, Ohno referiu que o inventário é desperdício, seja qual for o sistema, e as empresas não se devem orgulhar do

uso de *kanban*. Porém, é um facto que o seu fácil uso providencia a melhoria contínua de um sistema de produção (Liker, 2004).

### 2.2.8 *Layouts de Produção*

Segundo Jacobs e Chase (2014), antes de uma elaboração de um novo *layout* geral existem vários aspetos a ter em conta, como as decisões que implicam a localização dos departamentos, a distribuição dos grupos de trabalho dentro dos departamentos, a organização dos postos de trabalho e respetivas máquinas e a atribuição de locais de *stock* dentro de uma unidade de produção. Estas decisões têm como objetivo ajustar todos estes aspetos de forma a proporcionar um fluxo de trabalho equilibrado e coerente, tendo também um foco sobre o tráfego existente encarregue tanto pelo abastecimento e movimentação de materiais e/ou WIP como pela recolha dos PA.

Deste modo, o formato do *layout* de produção deve ser arquitetado e estabelecido segundo os objetivos e especificações dos produtos a concretizar. Os autores referem que existem quatro tipos de organização de *layouts* produtivos:

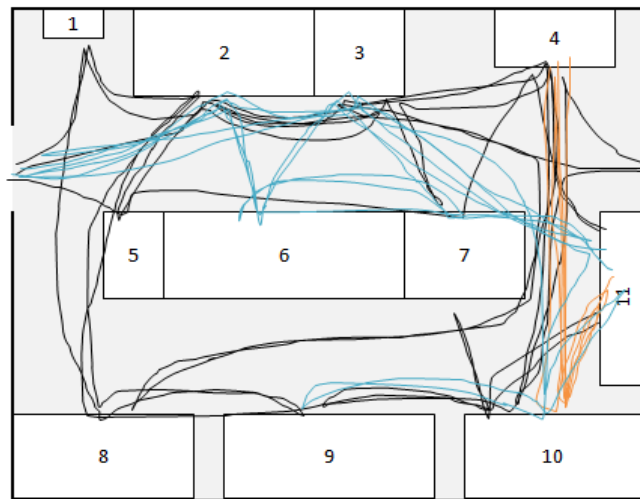
- **Workcenter/Job-Shop (centro de trabalho)** – refere-se ao formato em que os equipamentos ou funções semelhantes são agrupados. As máquinas estão localizadas devidamente para cada operação a efetuar durante o processo de produção de um item. Assim, este é transportado de área para área de acordo com a sequência de operações estabelecida.
- **Assembly Line (linha de produção)** – diz respeito a *layouts* em que os equipamentos e processos de fabrico são dispostos de acordo com as etapas progressivas que o produto tem de percorrer cujo trajeto a seguir é uma linha reta.
- **Manufacturing Cell (célula de produção)** – este tipo de *layout* é alusivo a um agrupamento de máquinas diferentes com o objetivo de laborar produtos cujas configurações e requisitos de procedimento são semelhantes. No entanto, o *layout* de uma célula de produção é semelhante a um centro de trabalho pelo facto de as células serem concebidas para executar um conjunto específico de processos e a uma linha de produção pelo facto de as células serem dedicadas a uma gama limitada de produtos.
- **Project Layout (layout de projeto)** – recorre-se a este tipo de *layout* quando o produto tem de permanecer num local específico devido ao seu volume ou peso. Neste caso, o equipamento de produção é movimentado para o produto e não vice-versa.

Além do mais, é comum encontrar ambientes de produção que combinam mais do que um destes tipos de organização devido aos diferentes tipos de produtos que originam.

Contudo, uma produção *Lean* exige que o *layout* do chão de fábrica seja projetado para garantir um fluxo de trabalho equilibrado com um mínimo de *stock* intermédio, sendo que cada posto de trabalho é parte de uma linha de produção, seja ela fisicamente existente ou não. Assim, os produtos percorrem um trajeto congruente e intuitivo. A capacidade é equilibrada usando a mesma lógica que se usa para construção de uma linha de montagem (balanceamento de linhas) e as operações são ligadas através de um sistema *Pull*. Além disso, o *designer* do sistema deve ter em consideração como todos os aspetos do sistema de logística interna e externa se irão relacionar no *layout* (Jacobs e Chase, 2014).

### 2.2.8.1 Diagrama de Spaghetti

Para ajudar neste processo de projetar um *layout*, pode ser usado o Diagrama de Spaghetti que proporciona uma ótima maneira de visualizar o fluxo de materiais num processo e ilustrar os desperdícios envolvidos no transporte e no percurso que devem ser eliminados para que a operação seja mais produtiva. Para tal, seleciona-se o processo a ser estruturado e analisado, sendo, de preferência, o mais frequentemente executado, devendo-se a um melhor retorno do tempo investido. Em seguida, são realizadas observações a um operador específico, traçando linhas contínuas no *layout* atual impresso de todas as suas movimentações para, posteriormente, efetuar uma interpretação sobre a situação atual e a distância total percorrida e de que forma esta poderá ser reduzida, desenvolvendo uma mudança da disposição dos equipamentos e materiais, tendo sempre em conta a segurança e a ergonomia dos colaboradores (Wilson, 2010). A figura 13 mostra um exemplo do diagrama em questão.



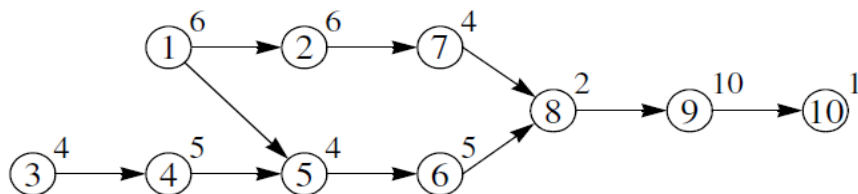
**Figura 13** - Demonstração de um Diagrama de Spaghetti  
(Fonte: [www.breezetree.com/articles/spaghetti-diagram.htm](http://www.breezetree.com/articles/spaghetti-diagram.htm))

### 2.2.9 Balanceamento de Linhas

Todos os processos produtivos que envolvam tarefas realizadas pelo ser humano podem ser balanceados para que as mesmas se realizem de forma equilibrada, tanto quanto ao tempo como quanto ao volume de trabalho a executar. O balanceamento de linhas é elaborado repartindo as tarefas pelos respetivos postos, através de medições de tempos de cada tarefa e cálculos a efetuar para determinar o número de postos, tendo em conta que estas se realizam sempre da mesma forma, o que será sustentado pelo SW. Este método será utilizado para reorganizar os postos de trabalho e, possivelmente, o próprio *layout* da linha a otimizar recorrendo aos gráficos de *Yamazumi* (outra ferramenta *Lean*). Este gráfico contribui para dividir devidamente as etapas pelos postos através de cálculos efetuados, criando a melhor combinação da sequência produtiva. O objetivo é aumentar ou obter a capacidade pretendida, contribuir para a eficiência dos colaboradores, minimizando o tempo de ciclo e o número de postos de trabalho.

Tudo parte da procura ditada pelo mercado, através da qual deve ser ajustada a configuração da linha de montagem de modo a atingir elevado volume de produtividade e ao mesmo tempo uma qualidade uniforme e baixo custo de produção, e a responder a baixos volumes de produção, diferentes padrões de procura e grande variedade de produtos e opções (Simaria & Vilarinho, 2009). Estes autores também defendem que devido a uma enorme concorrência entre as organizações, aos avanços tecnológicos e à crescente procura de produtos personalizados, originou-se a redução do tempo de ciclo de vida dos produtos, aumentando a pressão nas indústrias que são obrigadas a proporcionar tempos de resposta cada vez mais curtos e, ao mesmo tempo, a diversificarem a gama dos produtos para se conseguirem manter competitivas no mercado. Assim, o balanceamento de uma linha consiste em agrupar as tarefas a cada posto de trabalho de modo a que o tempo que estes demoram a executar as respetivas tarefas seja praticamente igual entre eles, sendo que um balanceamento ótimo seria se as estações de trabalho demorassem o mesmo tempo, o que na realidade se atinge com bastante dificuldade (Simaria & Vilarinho, 2009).

O procedimento consiste em dividir o processo em tarefas indivisíveis de tal forma que o produto possa ser transferido de posto para posto sem sofrer alterações durante a transferência. Cria-se, então, um diagrama de precedências. Devido às condições tecnológicas e organizacionais, as restrições de precedência entre as tarefas devem ser forçosamente consideradas. Um gráfico de precedência permite a visualização e um resumo desses elementos. Este contém um nó para cada tarefa, pesos dos nós que significam o tempo da tarefa e arcos que dizem respeito às restrições precedentes. O gráfico a seguir demonstra um exemplo de um gráfico de precedências com 10 tarefas, cada uma com a sua duração. Neste exemplo, é possível ver que existem restrições de precedência quanto à tarefa 5, pois o seu processamento requer que as tarefas 1 e 4 (predecessores diretos) e 3 (predecessor indireto) sejam concluídas. Por outro lado, as tarefas 6, 8, 9 e 10, sucessores diretos e indiretos da tarefa 5, só podem ser iniciadas após esta ser completada (Becker & Scholl, 2006).



**Figura 14** - Exemplo de diagrama de precedências (Fonte: Becker & Scholl, 2006)

Em seguida, é medido o tempo de cada tarefa  $n$  vezes, pelo menos 30 para a amostra ser estatisticamente significativa, determinando, posteriormente, a média. Logo depois, determina-se o tempo de ciclo para prosseguir ao próprio balanceamento da linha.

O tempo de ciclo corresponde ao tempo de produção entre peças sucessivas e é definido pela operação ou posto mais lento. Este será o recurso constrangido, designado como estrangulamento ou *bottleneck* segundo a teoria das restrições (TOC, *theory of constraints*), que se tornou num sucesso a nível mundial, em 1984, revelada por Goldratt e Cox. De acordo com Pinto (2009), “um *bottleneck* poderá ser uma máquina, um camião carregado numa estrada apertada, (...) ou mesmo uma pessoa que se opõe ao fluxo.” Assim, o *bottleneck* responsabiliza-se pelo ritmo a que uma linha trabalha, pelo *stock* intermédio que esta pode criar, sendo que quanto maior o estrangulamento maior será o *stock* intermédio, e pelo seu *output*. Por outro lado, esta designação também se refere ao

cálculo da capacidade de um processo, ou seja, determina o número de peças que uma linha pode elaborar por unidade de tempo em condições normais de produção.

Com essa informação, é possível determinar o número de postos necessário para desenvolver o processo da forma mais eficiente, através da seguinte fórmula:

$$N_{min} = \frac{\sum t}{C}$$

Onde se divide a soma de duração de todas as tarefas pelo tempo de ciclo.

*Takt time* é a base de um sistema *pull*. Produção em massa requer apenas tempo de ciclo, porém a produção *Lean* requer a utilização de *takt time*. Este conceito refere-se ao tempo de ciclo que varia conforme a procura, ou seja, quanto maior for a procura do produto em questão, menor terá de ser o tempo de ciclo para cumpri-la. Neste sentido, o tempo total do ciclo de uma linha de fabrico tem de se aproximar do *takt time*, nunca podendo ser superior para não causar atrasos nas entregas, nem muito inferior, pois significaria um baixo uso dos recursos e criação de *stock*, ou seja, desperdício (Pinto, 2014; Salleh, Kasolang, & Jaffar, 2012; Sundar et al., 2014). Deste modo, este é calculado através da seguinte expressão:

$$Takt\ time = \frac{Tempo\ disponível}{Quantidade\ procurada\ no\ tempo\ disponível}$$

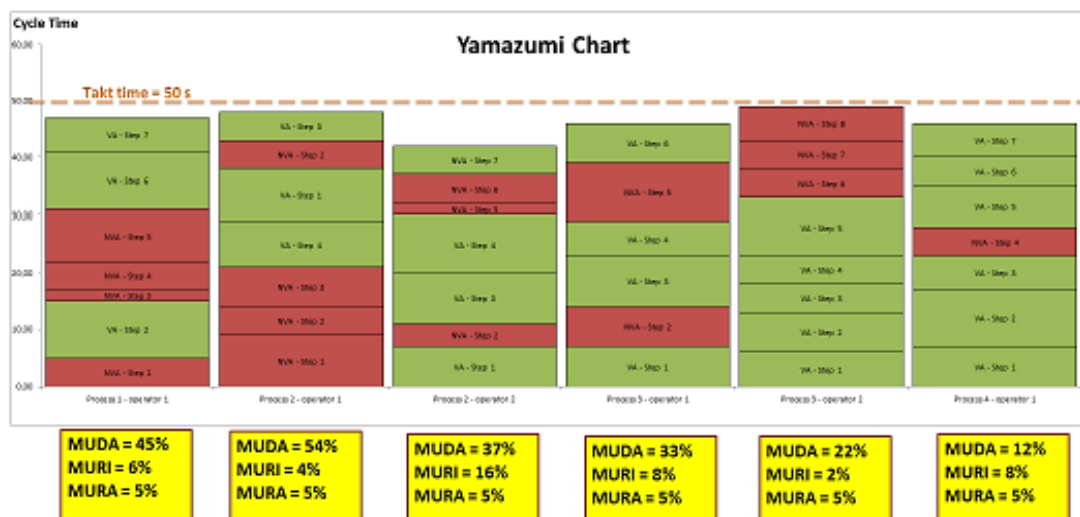
Ao tempo disponível terão de ser subtraídas todas as paragens planeadas, como intervalos de almoço, manutenção preventiva da máquina, limpeza, entre outros (Pinto, 2014).

Em seguida, recorre-se ao gráfico de *Yamazumi* (podendo ser de outro tipo, como o gráfico de Gant). Este gráfico é uma ferramenta *Lean*, que pode ser usada para visualizar os indicadores de desperdícios e para destacar a carga de trabalho dentro ou entre os processos. *Yamazumi* significa "pilha" em japonês e o gráfico consiste em barras verticais para representar a quantidade total de trabalho que cada operador deve efetuar, nunca ultrapassando o *takt-time*. Uma barra vertical apresenta o conjunto de tarefas a realizar em cada posto, podendo este ser constituído por um ou dois operadores, onde estas são barras menores representando etapas de trabalho ordenadas onde a altura de cada etapa é proporcional ao tempo da sua execução e tudo o que se encontra entre a linha do *takt time* e a barra é desperdício. Este tipo de gráfico é usado principalmente para balancear processos e criar um fluxo contínuo. Além disso, é uma ferramenta muito conveniente para idealizar os indicadores de desperdícios como os três MU:

- **Mura** – o gráfico de *Yamazumi* visualiza a variação da carga de trabalho num único processo ou no fluxo de valor total.
- **Muri** – o gráfico de *Yamazumi* deteta a potencial sobrecarga ou utilização insuficiente de cada operador.
- **Muda** – o gráfico de *Yamazumi* distingue entre valor acrescentado e não acrescentado de um processo (Pienkowski, 2014).

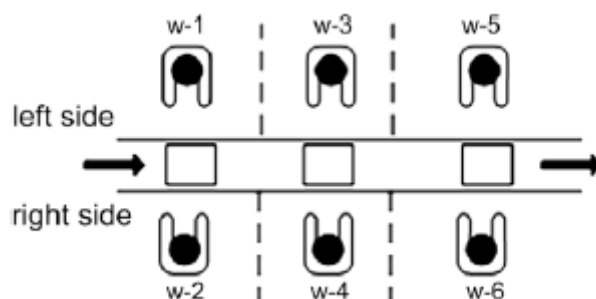
A seguir, apresenta-se um exemplo deste tipo de gráfico com os respetivos três MU's:





**Gráfico 1** - Exemplo de gráfico de *Yamazumi* (Fonte: Pienkowski, 2014)

Existem casos em que as linhas de produção possuem processos que incluem postos com dois operadores, um de cada lado da linha. Isto acontece porque as tarefas têm de ser feitas em simultâneo e, por isso, são atribuídas a diferentes executores proporcionando, assim, um equilíbrio para o tempo de ciclo desejado e/ou uma melhor eficiência da linha. O tempo que se usa para colocar no gráfico de *Yamazumi* é o tempo total da tarefa, apesar de ser realizada por duas pessoas, sendo subdividido entre as duas partes (Becker & Scholl, 2006). A figura 15 revela a configuração de uma linha de montagem com postos de trabalho paralelos.



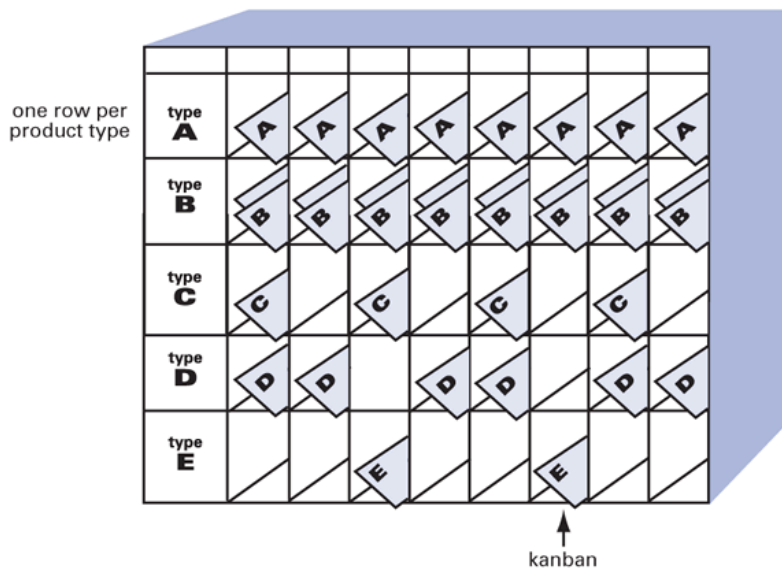
**Figura 15** - Exemplo de uma linha com postos de trabalho paralelos (Fonte: Simaria & Vilarinho, 2009)

### 2.2.10 Heijunka

*Heijunka* é um conceito que provém do sistema *pull* e consiste em nivelar a produção conforme a procura do cliente. Esta metodologia é cada vez mais utilizada de modo a acompanhar as flutuações de procura que existem quanto à variedade dos produtos, o que causa uma variabilidade no fluxo de produção. Assim, o processo de fabrico é ordenado para evitar o mau aproveitamento da mão-de-obra ou dos equipamentos, avarias, distúrbios na qualidade dos produtos e geração de defeitos (Rother, 2010; Sundar et al., 2014). Segundo Pinto (2009), *heijunka* tem por objetivos nivelar o volume de produção, o tipo de produtos e o tempo de produção. Neste sentido, é possível obter uma

carga de trabalho e fluxo de produção estáveis e satisfazer a necessidade do consumidor no tempo e na qualidade pretendidos (Pinto, 2014). Para tal, é utilizado o *heijunka box* que é o suporte para armazenar o que se quer produzir atribuído às respetivas divisórias, que se pode observar na figura seguinte.

Como apoio a esta metodologia, terão de ser praticadas as ferramentas e metodologias como o SW, para conseguir que as operações sejam normalizadas, e o balanceamento das linhas de produção, para obter o fluxo de uma peça de cada vez e um processo equilibrado quanto à carga de trabalho. As vantagens disso resumem-se à redução do tempo de execução, da quantidade de *stock* intermédio e, conseqüentemente, dos custos de produção.



**Figura 16** - Ilustração de um *heijunka box* (Fonte: [www.lean.org/lexicon/heijunka-box](http://www.lean.org/lexicon/heijunka-box) - Lean Enterprise Institute)



## Capítulo 3

### *Caso de Estudo*

---



### **3. CASO DE ESTUDO**

Neste capítulo será feita uma breve apresentação da empresa onde foi realizado o projeto e a sua história, como também a descrição do processo produtivo do setor Bi-Office. Além disso, serão relatados os problemas identificados carentes de correções de melhoria.

#### **3.1 Apresentação da empresa**

Bi-Silque – Produtos de Comunicação Visual S.A. nasceu numa garagem em Esmoriz onde se realizava o fabrico e comercialização de produtos baseados em cortiça para casa e escritório, em 1979. Bi provém de *bijoux* e Silque provém de *silk*, transmitindo uma ideia diferente e original nos produtos da empresa, além de despertarem confiança ao cliente através da sua qualidade. A empresa foi fundada por Virgílio Vasconcelos e Aida Vasconcelos, a sua esposa e desde o seu arranque, a organização sempre se esforçou para conquistar, principalmente, o mercado externo, partindo de exportação de produtos inovadores para casa e escritório.



**Figura 17** - Aida Vasconcelos na participação de uma das primeiras feiras internacionais (Fonte: <http://www.bisilque.com>)

A atividade da empresa alargou sucessivamente, produzindo produtos profissionais para escritórios e escolas, usando outros tipos de matérias-primas. Assim sendo, hoje em dia a cortiça deixou de ser o material exclusivo e o principal foco é o fabrico de quadros para salas de reunião ou cavaletes de apresentação, que são os produtos de maior sucesso e consistem numa comunicação visual inovadora (Figura 18).



**Figura 18** - Alguns produtos da Bi-Silque

Em 2007, deu-se origem à *holding* Bi-Silque – Produtos de Comunicação S.A., que engloba várias empresas em que cada marca se destina a nichos de mercado distintos, que se apresentam na figura seguinte. Atualmente, a empresa exporta para mais de 60 países em 5 continentes cerca de 98,7% da sua produção, não havendo um grande foco no mercado nacional. Para tal, a Bi-Silque possui empresas no Reino Unido e nos Estados Unidos e um escritório na Alemanha, através dos quais distribui e comercializa os seus produtos nesses mercados. No entanto, cerca de 60% das matérias-primas incorporadas nos seus produtos são de origem portuguesa.



**Figura 19** - Conjunto das empresas pertencentes a Bi-Silque SGPS S.A.

Atualmente, os produtos da Bi-Silque – Produtos de Comunicação Visual S.A. (empresa-mãe) repartem-se por duas grandes categorias: os produtos orientados para aplicações domésticas Organize4home, e os produtos para escritório e aplicações profissionais (Bi-Office e Bi-Bloco). Além disso, existe uma grande aposta em quadros interativos, produtos mais inovadores da organização (Bi-Bright).

Ao longo do seu percurso, a empresa tem tido um grande reconhecimento pelo seu esforço com a atribuição de vários prémios internacionais de melhor distribuidor e melhor fornecedor, assim como as distinções nacionais de uma das melhores PME e de mérito empresarial (concedida pelo IAPMEI, já em 2009).

É importante referir que a Bi-Silque possui uma equipa de designers próprios que trabalha em estreita colaboração com o Marketing, a Produção e a Qualidade, tendo como objetivo a constante renovação da gama de produtos com materiais inovadores e que mais valor ofereçam para o cliente final. (Fonte: [www.bisilque.com](http://www.bisilque.com))

### 3.2 O produto e o seu processo de fabrico

Antes de entender o fluxo de produção dos quadros, é necessário conhecer a sua constituição. Geralmente o núcleo dos quadros é feito de *Softboard* (*Low Density Fiberboard*) e este leva o respetivo revestimento. Também pode ser usado MDF que é um material mais denso (*Medium Density Fiberboard*). A outra parte dos quadros é constituída por aglomerado e este já vem pintado do fornecedor de branco dos dois lados, branco e quadriculado ou cru em ambos os lados. Assim, os quadros, aos quais se dá o nome de *memos*, diferem em tamanho, modelo de perfil e também no revestimento, que são aqueles que não são feitos de aglomerado. Os três parâmetros dos produtos apresentam-se na tabela seguinte:

**Tabela 2** - Parâmetros dos produtos

Tamanho (em cm)	Material do plano	Tipo de perfil
60x45	Alcatifa	Maya Alumínio
90x60	Cortiça	Maya Plástico
120x90	Magnético	New Generation
150x100	Cerâmica	Universal
150x120	Fórmica	Scala
180x90	Chapa branca nos dois lados	
180x120	Chapa impressa	
240x120	Combinado	
300x120		

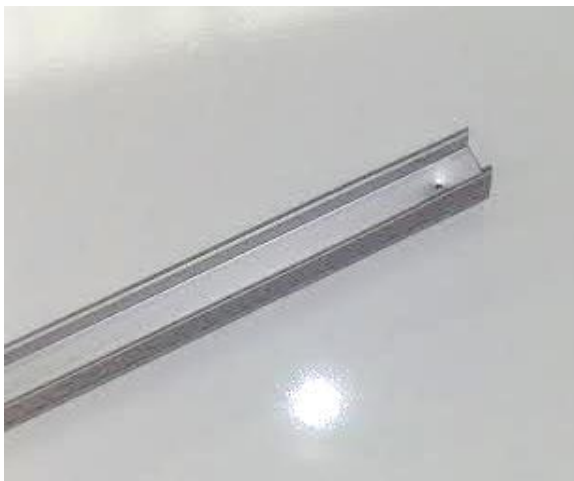
Como um dos principais objetivos da empresa é fornecer ao cliente o produto personalizado de acordo com as suas preferências, é possível produzir outros tamanhos, sendo que os que se encontram na tabela dizem respeito aos mais comuns.



Para obter um quadro com a superfície de chapa magnética (que engloba a impressa), cerâmica ou fórmica, o processo inicia-se por colar essa chapa no *softboard*, que é uma das categorias de MDF (*Medium Density Fiberboard*) mas menos denso, como dito anteriormente. A chapa cerâmica é muito similar à magnética, porém possui melhor qualidade, mais resistência e durabilidade. A chapa fórmica é apenas chapa pintada e não possui a propriedade magnética. O conjunto é prensado e isto ocorre no pavilhão de prensas, tal como o corte da chapa e a impressão pretendida. Depois da colagem, o produto tem de permanecer 4 horas para a secagem completa da cola. Se o quadro for de cortiça ou alcatifa, estas são coladas noutro pavilhão com outro tipo de prensas. A chapa branca provém já pintada do fornecedor.

Posto isto, os planos são transportados para o pavilhão Bi-Office onde serão montados. Neste setor existe o processo responsável pelo corte dos perfis à medida desejada. Assim, procede-se à montagem entre as várias máquinas automáticas que diferem no tamanho do quadro entre si, sendo que também existe uma parte para a montagem manual para quantidades pequenas de encomenda. A embalagem é realizada manualmente, sendo que também existem equipamentos que plastificam tanto o quadro como a caixa com o produto acabado, individualmente. A figura 22 mostra todos os processos necessários para o fabrico de quadros diversos e os respetivos equipamentos.

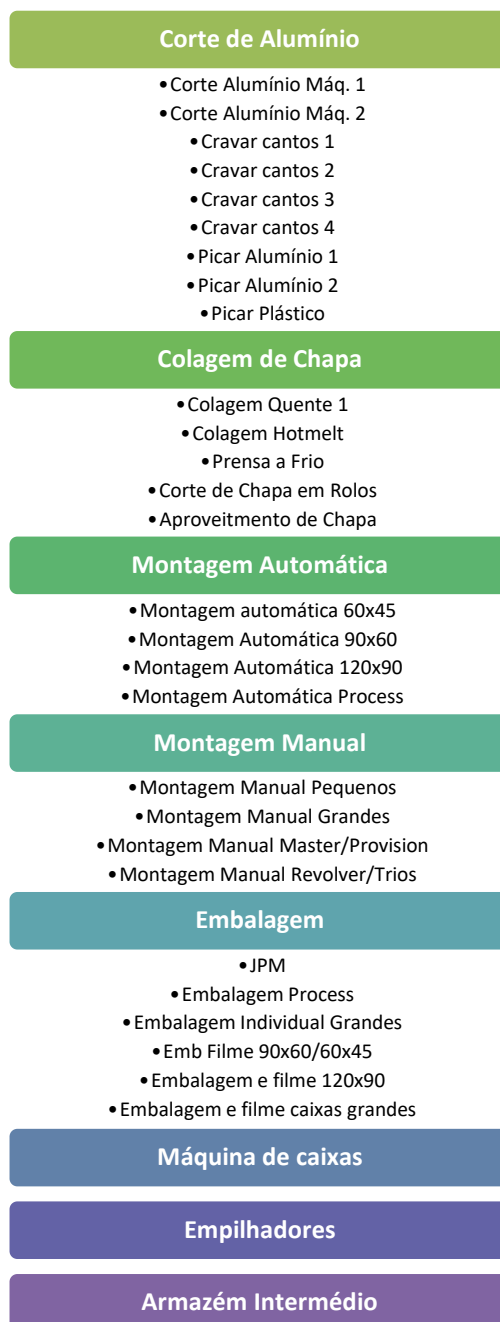
Os perfis, além de serem cortados, precisam de ser picados e cravados, o que acontece na mesma secção do pavilhão, ou seja, para serem montados corretamente, os quadros requerem dois perfis picados e dois perfis cravados (ver ilustrações 20 e 21). Quanto à embalagem, esta difere conforme a vontade do cliente, no que diz respeito aos acessórios, instruções e até no tipo de caixa. O cliente também escolhe se o quadro ou a própria caixa têm de ser plastificados.



**Figura 21** - Perfil Maya com canto picado

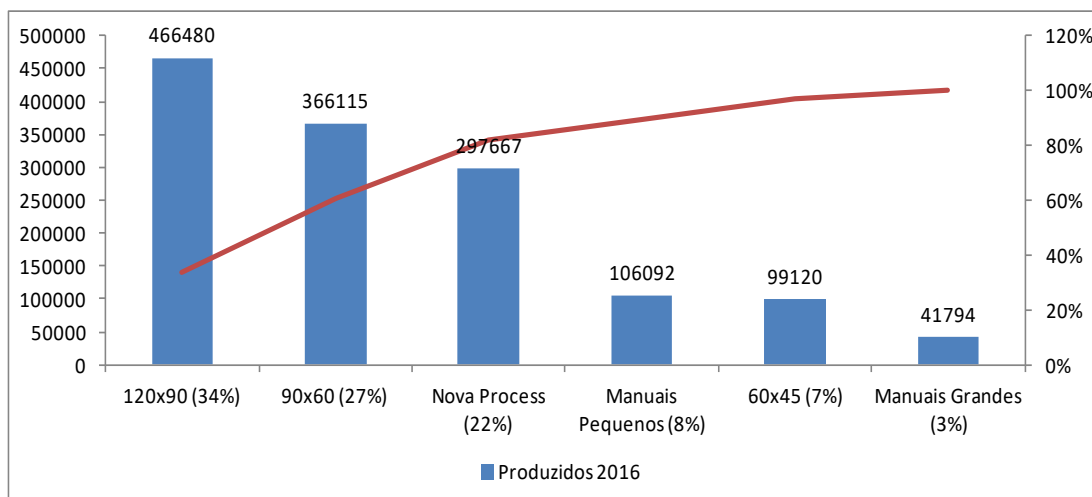


**Figura 20** - Perfil Maya com canto cravado



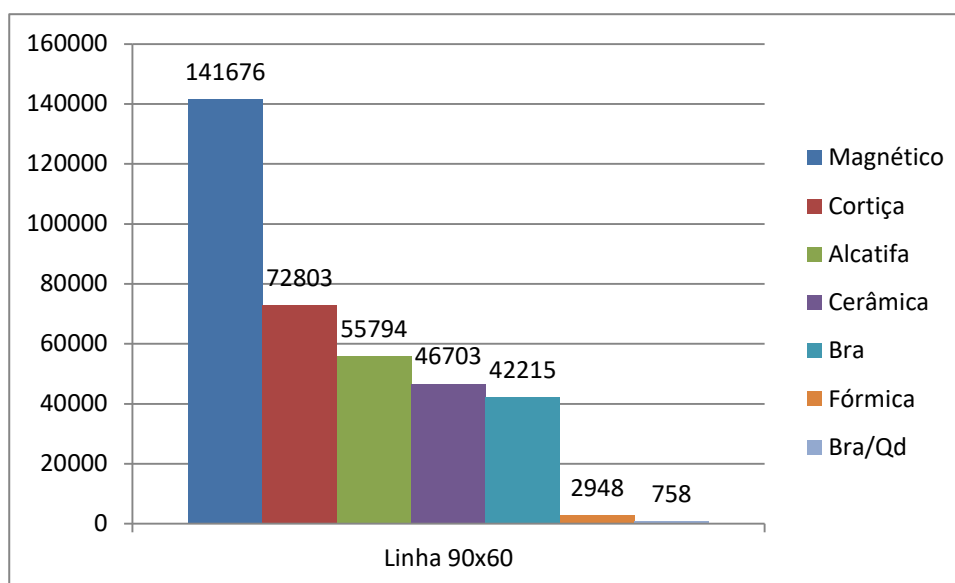
**Figura 22** - Processos de fabrico e os respetivos equipamentos do setor Bi-Office

Assim, os produtos podem ser agrupados em famílias, diferindo na sua dimensão, já que o revestimento do plano não interfere no percurso da maioria dos quadros. Isto significa que apenas uma pequena proporção dos produtos, como os de revestimento impresso ou combinado, seguem um percurso diferente, e estes pertencem a famílias menos importantes. No gráfico seguinte está representado o gráfico de Pareto das quantidades produzidas dos quadros referentes a cada família.



**Gráfico 2** – Gráfico ABC de quantidades produzidas de 2016

Decidiu-se, então, que o projeto iria incidir na família 90x60 Maya Alumínio por carecer forçosamente da implementação de melhorias na sua produção, devido aos problemas encontrados que irão ser descritos posteriormente. Esta representa 27% dos *memos* produzidos. O gráfico seguinte mostra, então, a composição desta família.

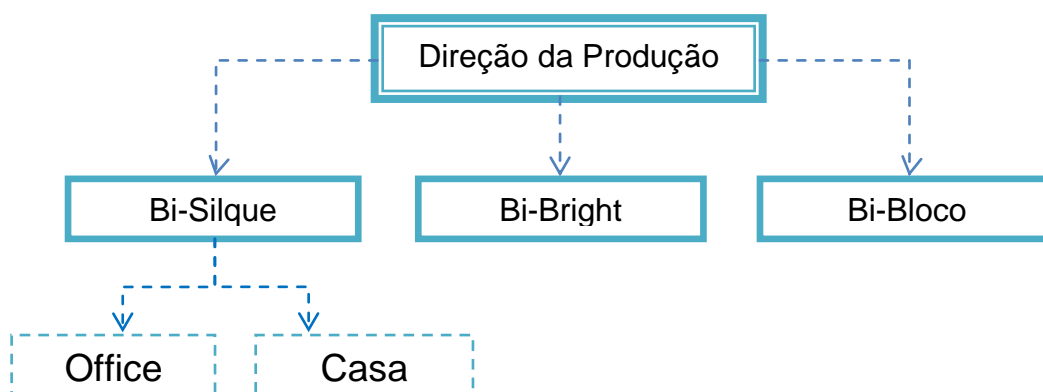


**Gráfico 3** - Família 90x60

É de notar que a estação de trabalho referente à embalagem não decorre nos três turnos, pelo que algumas quantidades de 90x60 são embaladas na linha de embalagem JPM.

### 3.3 Análise do estado inicial e problemas identificados

O setor em questão insere-se na empresa Bi-Silque e denomina-se por Bi-Office. Este setor é um dos cinco pavilhões da unidade industrial, possui 2600 m<sup>2</sup> e a sua função é produzir quadros simples com perfis em alumínio ou plástico, podendo ser de qualquer superfície. O esquema seguinte mostra um organigrama da direção da produção, referindo as empresas que constituem os diferentes setores.



**Figura 23** - Organigrama da direção de produção

Através de uma observação inicial pelo setor, foram detetadas de imediato anomalias como a falta de organização tanto dos materiais como dos produtos acabados, falta de espaço devido ao excesso de *stock* intermédio e final, falta de limpeza, pouca aplicação da gestão visual, trabalho não padronizado em algumas linhas, baixa produtividade e problemas de qualidade dos produtos.

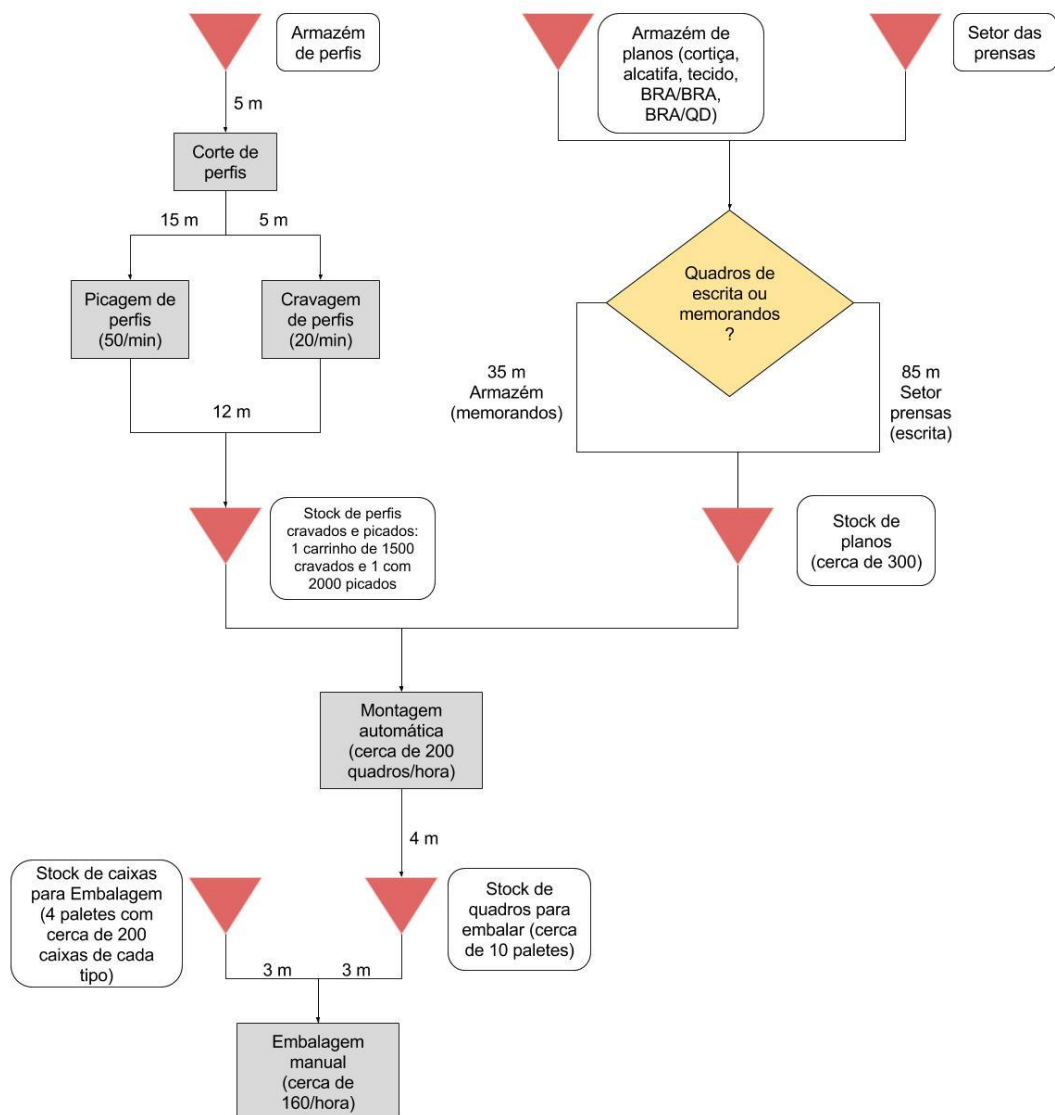
Para a realização do projeto foi selecionada a linha de montagem automática e embalagem manual de dimensão 90x60. Esta linha também embala outros tamanhos menores. A montagem seria feita com perfil de alumínio do tipo Maya.

Inicialmente foram observados problemas nesta linha como a falta de organização dos postos de trabalho, falta de limpeza, falta de organização dos materiais, excesso de *stock* intermédio, incoerência entre os operadores, inexistência de plano de limpeza. Estas estações de trabalho eram duas linhas separadas por *stock* intermédio devido à embalagem não conseguir acompanhar a capacidade da montagem. Para uma melhor compreensão da linha, ver no [Anexo A](#) o seu *layout* inicial. Feitas as observações concluiu-se que seria possível retirar todo o inventário entre as duas linhas e uni-las numa linha só. Com a mudança do equipamento de montagem por uma nova máquina será evitada a tarefa de limpeza dos memos devido ao excesso de cola nos perfis que se verificava na antiga máquina e que consistia no *bottleneck* da linha de embalagem (processo gargalo). Assim, durante o decorrer do projeto foi possível acompanhar a mudança e realizar as melhorias necessárias para o bom funcionamento da linha.

Além do mais, verificou-se que existem movimentações e transporte desnecessário devido a uma inconveniente disposição dos equipamentos no território do setor. O *layout* do setor pode ser observado no [Anexo B](#) e a respetiva descrição de cada equipamento na tabela do [Anexo C](#). Assim, o projeto também irá incidir na elaboração de uma proposta de um novo *layout* do setor com vista a minimizar as distâncias percorridas que se verificam atualmente.

### 3.3.1 Mapa de fluxo da máquina que produz dimensões 90x60cm

Depois de entender o processo de produção de um quadro da família 90x60, foi elaborado um mapa de fluxo mais aprofundado para que todos os procedimentos sejam claramente entendidos. Este apresenta-se na figura 24. Através desta representação é possível concluir que existe acumulação de imenso *stock* intermédio entre as duas linhas como se vê na figura 25, tirada no início do estágio:



**Figura 24** - Mapa de fluxo de produção de quadros 90x60



**Figura 25** - *Stock* intermédio de quadros para embalar

É de notar que a montagem é feita automaticamente, tendo que ser introduzida a palete com os planos no início da linha e os respetivos perfis periodicamente. Os quadros produzidos seguem por um tapete, passando por um aspirador para retirar os resíduos, sendo feita uma inspeção de defeitos a seguir. Os quadros que não possuem defeito seguem pelo tapete de 4m e no final são postos numa palete por um robô. A palete é retirada com porta-paletes por um operador e é deslocada para o *buffer* da linha de embalagem.

Na embalagem, a maior parte dos quadros tem de ser limpa com o diluente 20 para retirar o excesso de cola. Após isso, é colada a etiqueta no quadro que é colocado num cartão para caixa individual, são colocados os acessórios do quadro (cantos, buchas, parafusos e bandeja), as instruções para a instalação do quadro e, por fim, a caixa é fechada passando por uma máquina de fita-cola. No final da linha são postas as pontas de fita-cola com o dispensador com o propósito de evitar que as instruções se percam. Por fim, cola-se o rótulo na caixa que possui toda a informação necessária do produto acabado e este é colocado na palete.

### 3.3.2 5S

Em todo o pavilhão foram observados problemas como a desorganização, falta de limpeza e ferramentas *Lean* implementadas anteriormente sem terem tido continuidade, ou seja, uma enorme falta de seguimento das práticas 5S, essenciais em qualquer local de trabalho, sendo o princípio de um bom ambiente laboral e a base para a implementação de quaisquer outras metodologias. Todas estas anomalias estariam presentes na linha a ser trabalhada, como se representa nas seguintes figuras. Inicialmente, foi feita uma auditoria dos 5S's a esta linha para entender o seu estado através de perguntas realizadas aos colaboradores e observações diretas. Esta apresenta-se no Anexo D, onde estão presentes questões como o nível de *stock* dos materiais incorreto e a sua organização

inadequada, as máquinas e ferramentas não estarem no sítio correto pois não são arrumadas devidamente após a utilização nem possuem local definido, existência de falta de limpeza, os equipamentos terem um aspeto degradado, os espaços não estarem marcados, não existirem tarefas periódicas dos 5S nem existirem planos de ação para a correção de não conformidades.



**Figura 26** - Estante dos acessórios da linha de embalagem 90x60

As imagens mostram a estante que acondiciona todos os tipos de acessórios necessários para a instalação dos quadros que têm de estar presentes dentro de cada embalagem, como buchas, parafusos, cantos, topos, bandejas e outros. Esta encontrava-se num estado degradado e desarrumado, os materiais não possuíam a identificação correta e os *kanbans* destes já não estavam atualizados. Nas imagens seguintes está o móvel para acomodar as Ordens de Fabrico (figura 27) separados por tamanhos e na figura 28 é representado o móvel para os folhetos de instruções para a instalação do quadro que cada embalagem inclui. Como se observa nas figuras, estas situações não possuem as condições necessárias para efetuar um bom trabalho nem apresentam a organização desejada.





**Figura 28** - Móvel para as ordens de fabrico



**Figura 27** - Móvel para acondicionamento de folhetos de instruções e etiquetas que seguem dentro de cada embalagem

Além do mais, não existia qualquer tipo de gestão visual, como indicações e designações dos materiais nas prateleiras ou paredes, e as marcações no chão que se encontravam já não pertenciam à linha em questão, portanto verificava-se uma falta de definição dos lugares para diferenciar os seus conteúdos visualmente.

### 3.3.3 Outras observações

Relativamente a outros pontos que foram alvo de alerta, não existia Plano de Limpeza da máquina de montagem, o que aumenta a degradação do equipamento pois não se tem em conta a limpeza do mesmo. Quanto ao material de limpeza como vassouras e pás, havia alguma falta dele e o que existia já não possuía as condições mínimas para a sua utilidade.

Quanto ao sequenciamento de produção, existia apenas o móvel para acondicionar as Ordens de Fabrico, como se viu nas imagens anteriores, não adequado à limpeza e apenas oferece a oportunidade de separar as ordens através do tamanho. Isto quer dizer que, como a linha embala os tamanhos 90x60cm e 60x45cm, não existe qualquer diferenciação e ordem para montar os quadros da máquina da mesma linha (90x60), pois os de 60x45cm já provêm montados de outra linha. Assim, o chefe de linha tem de verificar sempre qual a OF a efetuar a seguir conforme a sua data de entrega, sendo a sua escolha muitas vezes mudada por ordens superiores. Este facto, muitas vezes pode ser a



razão para atrasar a produção, podendo ser realizadas as mudanças de ferramenta vezes a mais, dando origem a desorganização geral.

Além do mais, tanto a parte da montagem como da embalagem não estavam balanceadas e, muito menos, existia qualquer Instrução de Trabalho para os operadores se guiarem nas suas tarefas, também porque estas não eram sempre fixas (trabalho não *standard*).

### 3.3.4 *Layout atual*

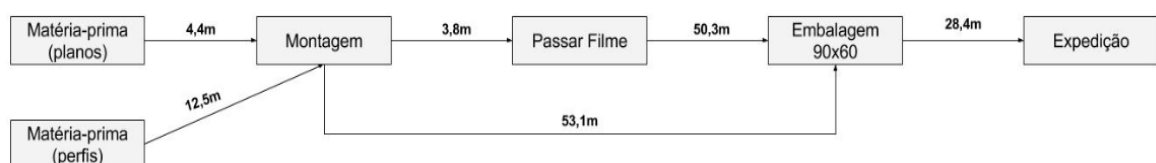
O *layout* atual das linhas do setor Bi-Office não foi arquitetado de forma mais eficaz. No entanto, a sua constituição insere-se numa mistura entre *layout* funcional e *layout* de processo. Isto porque existem linhas que se responsabilizam apenas pela montagem do quadro, outras pela embalagem, outras por plastificação do produto. Existe, ainda, uma parte do pavilhão onde se inserem as linhas constituídas por células, como as de montagem manual e as de preparação de perfis.

A planta inicial e atual do pavilhão encontra-se no [Anexo B](#) com o respetivo diagrama de Spaghetti que revela todos os fluxos que possam ser, eventualmente, percorridos. O maior transtorno cria-se entre a máquina de montagem de tamanho 60x45 e a linha de embalagem 90x60, visto que esta linha também se responsabiliza por embalar tamanhos menores. Assim, são percorridos cerca de 50m desnecessariamente cada vez que se produz um quadro de tamanho 60x45 devido à existência da linha *Process* entre as duas. A máquina de passar “filme” situada a seguir da 60x45 trabalha os tamanhos 90x60 e 60x45, portanto muitas vezes os quadros 90x60 são montados, percorrem cerca de 53m para serem plastificados e, no fim, 50m para entrar na linha de embalagem 90x60, ou seja, existe cerca de 90m de puro desperdício. Depois de serem embalados, em casos raros, a embalagem destes quadros ainda pode ser plastificada na máquina *Kallfass*, que se situa a 31m. Também se verificam outros desperdícios de transporte nos fluxos de fabrico existentes mas não tão significativos.

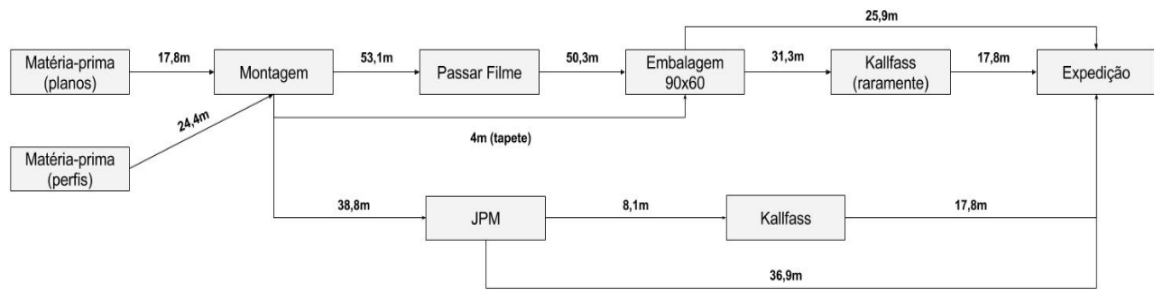
Além dos desperdícios que se encontram relativamente ao transporte dos produtos, terão de se considerar todos os pressupostos que poderão ocorrer com a mudança de um *layout*. Os objetivos da reorganização de um *layout* estão precisamente entre: a segurança dos colaboradores, a sua ergonomia, redução do volume de *stock* intermédio, redução da área ocupada, redução do espaço percorrido, redução do *lead-time*, melhoria do aspeto visual, aumento da facilidade de arrumação, aumento da facilidade de circulação, facilidade de comunicação, matérias-primas e equipamentos próximos dos locais onde são usados, zonas logísticas claras, tendência à aquisição de um fluxo produtivo claramente definido e otimização de percursos.

Para uma melhor compreensão de todas as distâncias percorridas relativas a cada processo, que difere em dimensão do quadro, são apresentados em seguida todos os fluxos de fabrico.

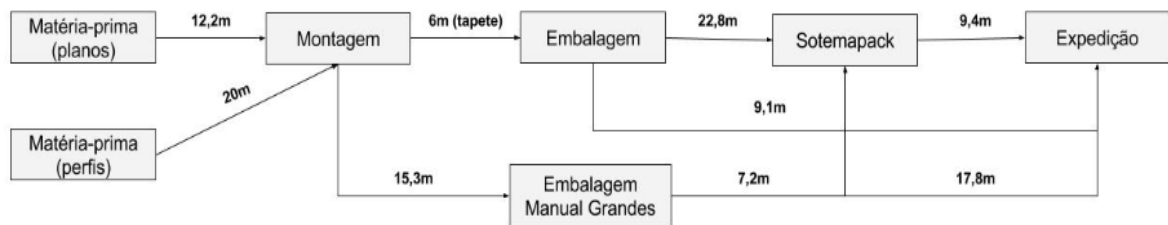
- Fluxo 60x45:



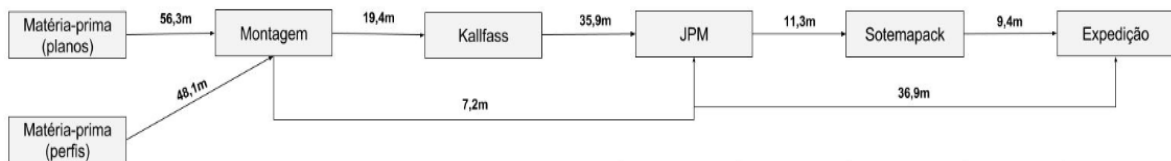
- Fluxo 90x60:



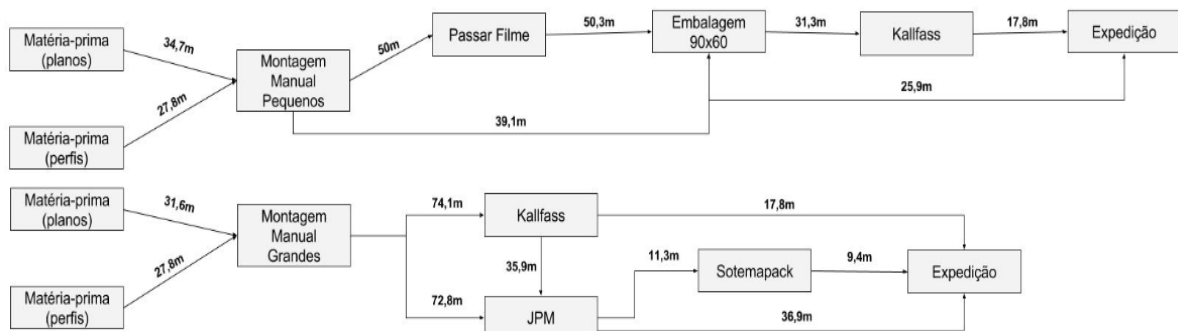
- Fluxo Nova Process:



- Fluxo 120x90:



- Fluxo Linhas Manuais:





## **Capítulo 4**

### ***Caso Prático***

---



## 4. CASO PRÁTICO

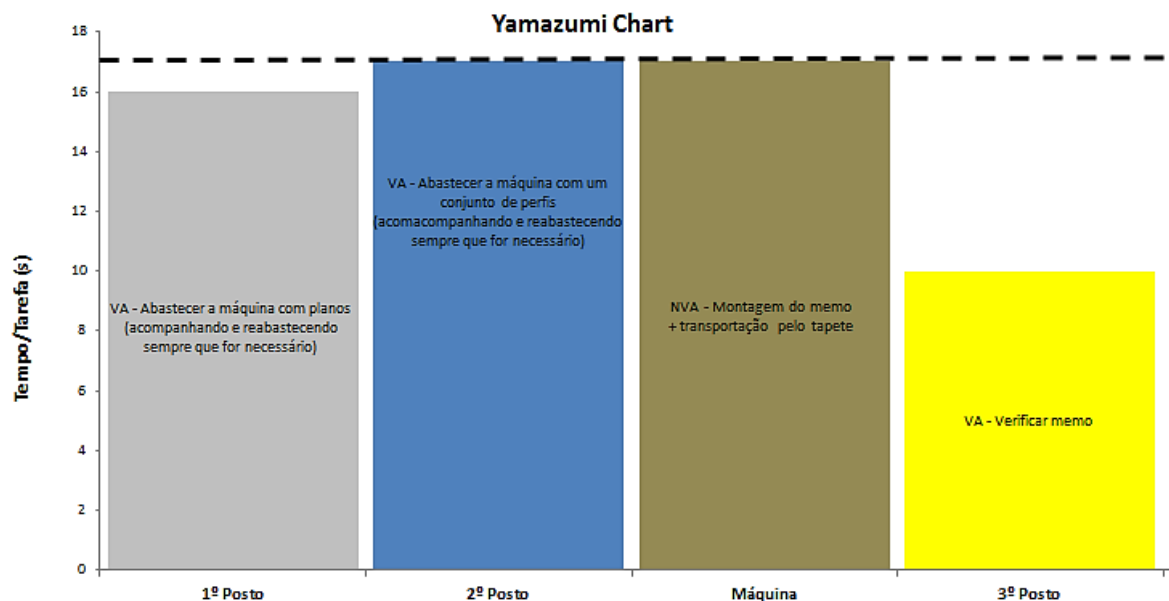
### 4.1 Balanceamento da linha de produção de quadros de dimensões 90x60cm

Como anteriormente referido, foi tomada a decisão de substituir a máquina de montagem antiga. A figura 28 mostra, então, o novo equipamento e devido à sua precisão, é possível afiná-la de tal modo que não exista excesso de cola nos perfis quando esta a introduz nos mesmos durante o processo de montagem. Este facto conduz a uma capacidade maior, ou seja, medidos os tempos entre a saída de cada quadro (tempo de ciclo da máquina) existe uma diminuição de 4 segundos da antiga máquina para a atual (de 15 para 11 segundos), e isto significa que a máquina pode produzir até 327 memos por hora, dependendo das interrupções que possa haver. Assim, aplicando um fator de compensação de 15%, a capacidade real da máquina é 280 memos por hora. Além disso, a nova máquina possibilita a montagem de quadros com outro tipo de perfis para além do perfil Maya.

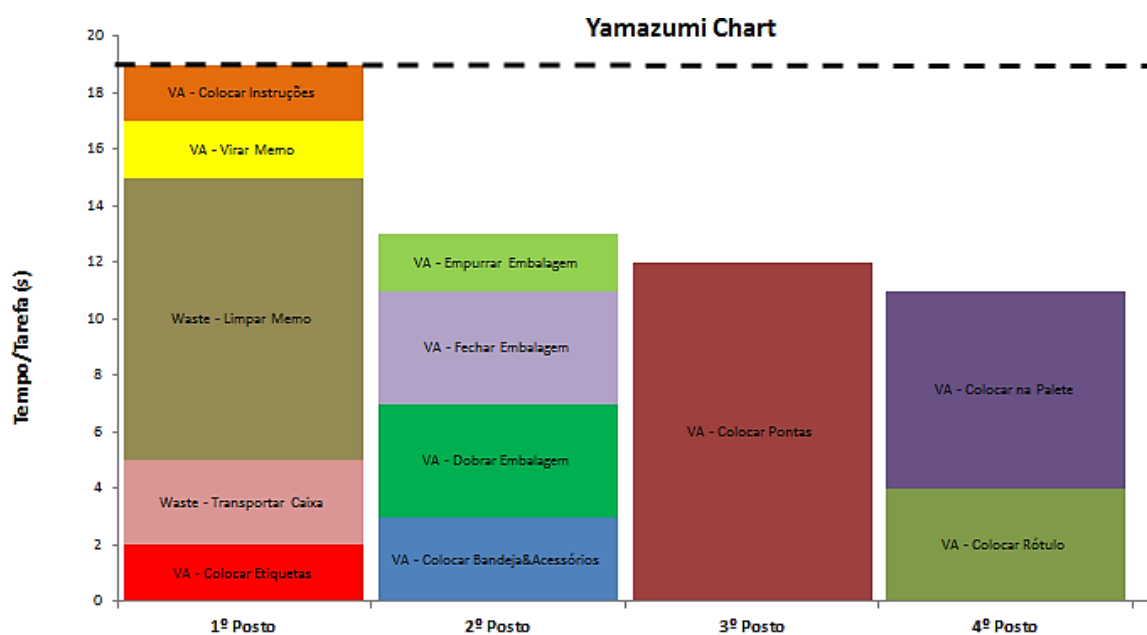


**Figura 29** - Máquina nova para dimensão 90x60

Como tal, com a máquina anterior teria de se realizar a tarefa de limpeza dos quadros com diluente 20 no processo de embalagem o que implicava o não acompanhamento da sua capacidade, criando imenso *stock* intermédio. Na linha de montagem da situação inicial existia um operador a abastecer a máquina com planos, outro a abastecer perfis e, no fim da linha, permanecia uma pessoa apenas a inspecionar defeitos, deixando o quadro seguir pelo tapete caso este não tivesse defeitos até que um robô o colocava na paleta. Pelas observações realizadas inicialmente, verificou-se que a última pessoa da linha de montagem estaria parada durante, aproximadamente, 5 segundos à espera da saída de cada memo. Em seguida, apresentam-se os gráficos de *Yamazumi* da situação inicial da linha de montagem e da linha de embalagem.



**Gráfico 4 - Yamazumi inicial da Montagem 90x60**



**Gráfico 5 - Yamazumi inicial da Embalagem 90x60**

Posto isto, o tempo de ciclo da Embalagem seria 19 segundos, o que leva a 160 memos por hora, aplicando o fator de compensação de 15%. O tempo de ciclo da máquina antiga seria de 15 segundos, ou seja, 200 quadros por hora, aplicando o mesmo fator de compensação. Este fator foi escolhido de acordo com as interrupções e paragens que existem em toda a linha de produção. Esta quantidade de quadros não cumpre a procura, que seriam 278 quadros por hora.

Após a mudança do equipamento e a junção das duas linhas de produção, foi essencial realizar um balanceamento para verificar o número de postos de trabalho necessário e distribuir equilibradamente as tarefas. É possível observar a planta da linha no Anexo E.

Uma linha de produção consiste em formar vários postos (ou estações) entre os quais existe uma ligação de interdependência e um meio de deslocação de cada posto para os seguintes. Cada estação responsabiliza-se por realizar as tarefas necessárias, equilibradamente quanto ao tempo, para efetuar as transformações fundamentais até obter o produto acabado. (Becker & Scholl 2006) Assim, várias considerações são de ter em conta, como o número de colaboradores necessário para cumprir a procura, não criando a sobre ou subprodução, as tarefas que são destinadas a cada colaborador, o acesso aos materiais e ferramentas, distâncias entre os postos e a própria limpeza e organização (Suzaki, 2010). Deste modo e para um bom funcionamento de uma linha de produção, começa-se por definir o tempo de ciclo e o *takt time*, para criar uma adequada correlação entre eles, e o número mínimo de postos de trabalho, depois realiza-se o balanceamento da linha efetuando as mudanças necessárias e, por fim, estabelece-se a ordem de produção dos diferentes modelos, se estes possuírem variedade.

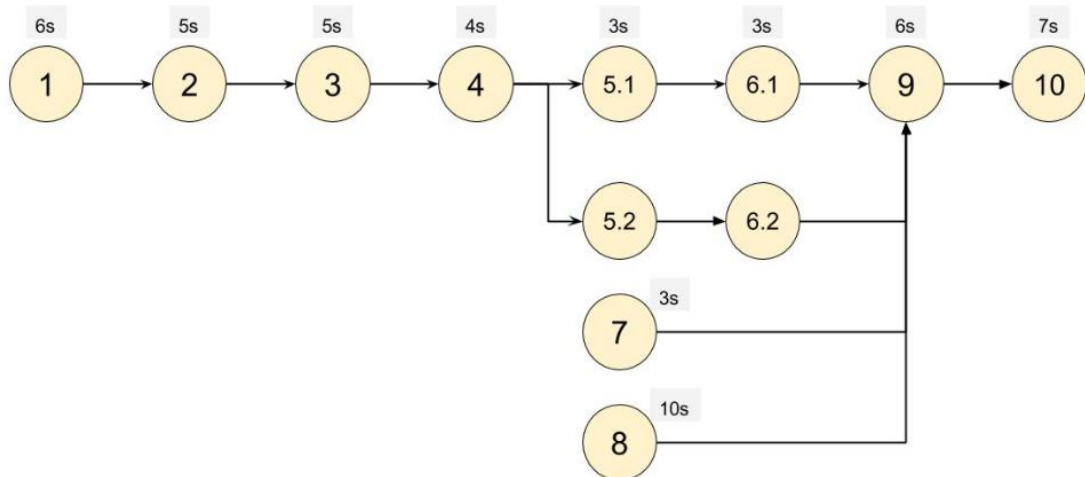
O primeiro passo consiste em listar todas as tarefas elementares a realizar. Foram consideradas todas as tarefas manuais que possam ser balanceadas, ou seja, não se consideraram as tarefas de abastecer a máquina com planos e perfis. Logo de seguida foi feita a cronometragem das tarefas numa amostra de 30 observações, sendo o mínimo de observações aceitável para que a amostra seja estatisticamente significativa. No Anexo F está presente um exemplar da folha que se utilizou para colocar as observações dos tempos e obter os devidos cálculos da média. As tarefas e a média dos tempos apresentam-se na seguinte tabela:

**Tabela 3** - Tarefas a efetuar no fabrico de um quadro 90x60 e a sua duração

<b>Tarefa</b>	<b>Duração</b>
1 - Colocar cartão de caixa no tapete	6s
2 - Inspeccionar memo	5s
3 - Colar etiqueta no memo	5s
4 - Virar memo	4s
5.1 - Colocar instruções de instalação	3s
5.2 - Colocar acessórios de instalação	3s
6 - Fechar caixa	3s
7 - Posicionar caixa na máquina de fita-cola	3s
8 - Colocar fita-cola com dispensador manual em 4 cantos	10s
9 - Colar rótulo na caixa	6s
10 - Colocar caixa na palete	7s

O passo seguinte baseia-se em construir o diagrama de precedências, ou seja, agrupar as tarefas conforme as suas dependências entre si, sendo que as tarefas sucessoras têm de ser realizadas obrigatoriamente após as suas anteriores estarem concluídas. É de notar que existe um posto que acarreta duas pessoas a trabalhar em simultâneo (5.1 e 5.2).





**Figura 30** - Diagrama de precedências com as durações das tarefas da 90x60

Para solucionar problemas de balanceamento de linhas de produção são usadas as seguintes regras:

- Método dos Pesos Posicionais (*Ranked Positional Weight*) que se baseia na atribuição de tarefas aos postos de trabalho sendo que a sua afetação é efetuada por ordem decrescente do peso posicional de cada tarefa. O peso será atribuído conforme a soma do tempo da própria tarefa com os tempos das suas tarefas sucessoras. Assim sendo, as tarefas deverão ser estabelecidas por ordem decrescente do seu peso posicional e estas são definidas respeitando as restrições de precedência.
- Regra de Maior Tempo de Processamento (*Largest Set Ruler*) que consiste em especificar todas as tarefas elementares por ordem decrescente do seu tempo de realização para, posteriormente, atribuí-las a cada estação de trabalho, respeitando as regras de restrição de precedências e não ultrapassando o tempo de ciclo (Simaria, 2001).

Foi, então, utilizado o algoritmo de Maior Peso Posicional cujas conclusões estão presentes na tabela seguinte que demonstram o número mínimo de postos de trabalho. O tempo de ciclo da linha é determinado pelo tempo de ciclo da máquina, ou seja, de 11 em 11s sai um *memo* montado e segue para a embalagem. Apesar do tempo de ciclo da máquina ser 11s, como a procura dos produtos é 278 por hora, a atribuição das tarefas corresponderá a uma duração de 13s para cumprir a procura, que é o *takt time* calculado da seguinte forma:

$$Takt\ time = \frac{Tempo\ disponível}{Quantidade\ procurada\ no\ tempo\ disponível} = \frac{3600}{278} = 13s$$

**Tabela 4** - Algoritmo do Maior Peso Posicional aplicado ao processo 90x60

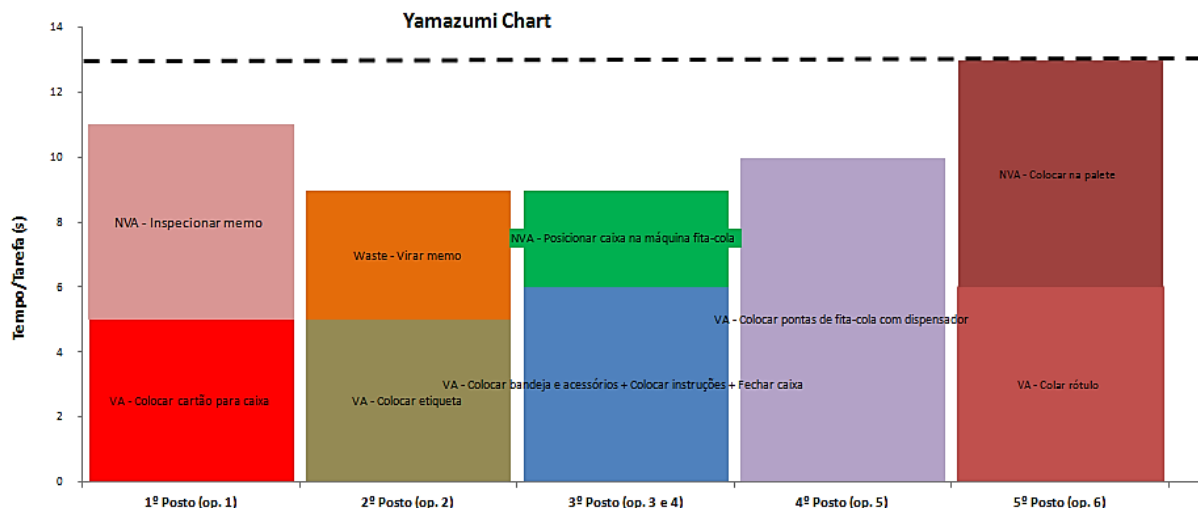
Estação	Tarefa	Tempo	Tempo restante não atribuído	Tarefas restantes possíveis	Tarefas com Maior Peso Posicional
Estação 1	1	5	8	2	2
	2	6	2	-	-
Estação 2	3	5	8	4	4
	4	4	4	-	-
Estação 3	5	3	10	6	6
	6	3	7	7 ou 8	7
	7	3	4	-	-
Estação 4	8	10	3	-	-
Estação 5	9	6	7	10	10
	10	7	0	-	-

Posto isto, o número mínimo de postos de trabalho seria 5.

Segundo (Driscoll e Thilakardana, 2001) para avaliar a qualidade de um balanceamento existem vários indicadores que podem ser usados e, neste caso, será a Eficiência da Linha que consiste em analisar a utilização da linha de produção. A sua fórmula representa a divisão entre a soma dos tempos de todas as tarefas e a multiplicação do número de postos de trabalho pelo *takt time*. Assim, quanto mais o valor se aproximar de 100%, significa que os recursos estão a ser aproveitados da melhor forma.

$$Eficiência = \frac{\sum ti}{N \times Tc} = \frac{5+6+5+4+3+3+3+10+6+7}{5 \times 13} = 0,8 = 80\%$$

Onde N é número de estações de trabalho e Tc o tempo de ciclo da linha.  
Como resultado obteve-se o seguinte gráfico de *Yamazumi*:



**Gráfico 6 - Yamazumi final da Embalagem 90x60**

É possível observar que a procura é cumprida e os recursos são bem aproveitados. Em seguida, representa-se uma tabela que contém os indicadores de desempenho da situação inicial e atual para poder analisar a comparação entre elas.

**Tabela 5 - Comparação de indicadores de desempenho entre a situação inicial e após as alterações**

Indicadores	Situação Inicial	Situação Atual
<b>Operários em linha</b>	Montagem = 3; Embalagem = 4 <u>Total</u> = 7	Montagem = 3; Embalagem = 5 <u>Total</u> = 8 (+14,28%)
<b>Bottleneck (s)</b>	19	13 (-31,58%)
<b>Produção Esperada/hora</b>	160	278 (+73,75%)
<b>Produção Média/operário</b>	22	34 (+54,54%)

Relativamente às alterações realizadas, nomeadamente a instalação de um equipamento mais preciso, é possível verificar que houve uma melhoria nos indicadores de desempenho. Quanto ao número de colaboradores necessários para cumprir a procura houve aumento de um posto de trabalho que possui uma pessoa, como se verificou anteriormente. Além disso, devido à eliminação da tarefa de limpeza, o *bottleneck* reduziu cerca de 32%. Estes dois melhoramentos levam a um aumento de produção em cerca de 74%.

## 4.2 Implementações de melhoria realizadas

Após efetuar o balanceamento da linha, foi necessário obter o número adequado de operadores, apresentando a sugestão ao Vice-diretor de Produção e solicitando a sua autorização, e dar-lhes as devidas formações para que entendessem todas as tarefas que dizem respeito a cada um, fazendo-as sempre da mesma forma, um produto de cada vez, mesmo que haja espera pelo trabalho atrás, e evitando adiantar trabalho, mesmo que haja bloqueio nos postos seguintes. Além de fornecer as formações, foi imprescindível elaborar as instruções de trabalho e afixá-las na linha. Estas instruções fazem parte do conceito *Standardized Work* e possuem a descrição de todas as tarefas, a sua duração e um esquema que possui a representação de todo o processo, para que qualquer operador possa entender, de forma clara, o que deve fazer, mesmo que nunca tenha trabalhado na linha. As instruções estão presentes nos Anexos G e H.

Para um bom funcionamento de uma linha, não basta balanceá-la e implementar o *Standardized Work*, pois falhas como paragens, falta de organização dos materiais e falta de manutenção das máquinas também trazem más consequências para a produção.

Como tal, antes de prosseguir para os próximos passos, foram implementadas as práticas 5S em toda a linha. Assim, após a realização da auditoria dos 5S's referida anteriormente, foi elaborado um plano de ações (PDCA) com as melhorias a implementar, os responsáveis e os respetivos prazos (ver Anexo I).

Quanto ao **primeiro S**, foi feita uma observação e registo de todos os materiais que estariam a ser usados ou não, ou seja, fez-se a separação do que seria útil, menos útil mas que tem de permanecer na linha e inútil. Os materiais inúteis ao local foram levados aos locais adequados como o armazém de matérias-primas e outros setores de produção.

No que diz respeito ao **segundo S**, de entre os materiais que restaram, foi preciso definir os seus locais de forma consciente, sendo que os mais utilizados estariam ao nível dos olhos e os menos utilizados com menor alcance. Além disso, as prateleiras da estante não tinham condições nem medidas corretas e impossibilitavam a visibilidade das indicações na estante, pelo que foram solicitadas novas placas de MDF com as medidas corretas.



Figura 31 - Estante com prateleiras antigas



**Figura 32** - Estante com novas prateleiras

Após as alterações nas prateleiras da estante teve-se a certeza que existiria segurança para os colaboradores, visto que as prateleiras anteriores não o transmitiam. Em seguida, os materiais foram devidamente organizados, tendo em conta o bem-estar dos operadores e a facilidade do manuseamento dos materiais. Nas figuras seguintes apresenta-se a estante já organizada.



**Figura 33** - Estante após as alterações



Como se verifica nas imagens, foram adquiridas caixas mais ergonómicas para transporte de materiais para a linha, pois as caixas que acondicionavam os acessórios e serviam de apoio para a embalagem eram as mesmas que provinham do armazém: pesadas e volumosas.



Figura 34 - Caixas com acessórios (antes e depois)

Além disso, é possível verificar que todos os materiais possuem uma adequada e visível identificação. Como tal, foram feitos novos *kanbans* de reposição de material, aproveitando a informação dos *kanbans* que já existiam, com as devidas designações, quantidades e referências atualizadas. Na figura seguinte estão representados os *kanbans* criados. As cópias dos mesmos foram coladas na estante no sentido de ser perceptível o lugar de cada caixa de material na prateleira e se o *kanban* está presente ou houve pedido de material ao armazém.

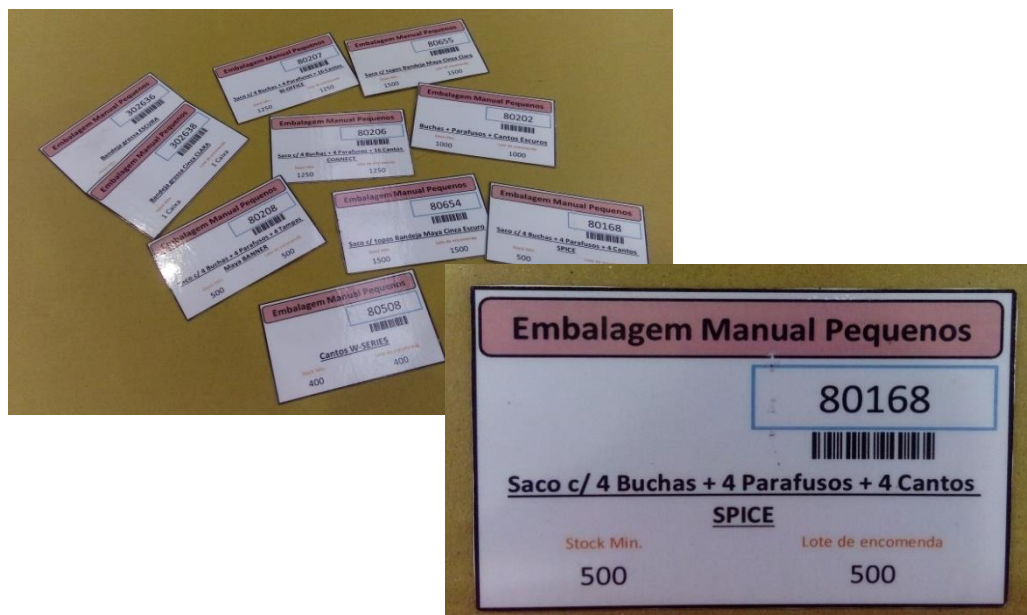


Figura 35 - Novos *kanbans* de reposição da Embalagem 90x60

Do outro lado da linha, contrário ao da estante, existia uma espécie de móvel que acomodava as instruções de instalação que se colocam em cada embalagem e etiquetas que se colam em cada quadro. O móvel não possuía as condições necessárias para que os operadores pudessem desempenhar o trabalho da melhor forma, pois não havia nenhuma identificação nem organização, as instruções estavam misturadas e as etiquetas em mau estado, algumas já não utilizadas (ver Figura 36).



**Figura 36** - Móvel antigo das instruções e etiquetas

Foi elaborado, então, um novo móvel, com todas as referências de instruções utilizadas, sendo que as mais manuseadas foram colocadas na *golden zone*. Além disso, para ser mais fácil de manusear as etiquetas, foram colocadas escáculas do lado de fora do móvel, sendo que a que se encontra vazia serve para o rolo das etiquetas a utilizar no momento da embalagem. O móvel está representado nas seguintes ilustrações (figura 37).



**Figura 37** - Móvel para armazenar instruções e etiquetas novo

Quanto ao **terceiro e quarto S's** que dizem respeito à limpeza do local e às normas que se estabelecem para mantê-lo sempre limpo, foi dada formação e consciencialização dos operadores para conservar o posto limpo e organizado, arrumando os materiais no lugar no final do seu turno de trabalho. Para tal, foram fornecidas novas vassouras e pás tanto para a montagem como para embalagem. No caso da montagem, além de se varrer o chão, é necessário ter em conta que o equipamento precisa de cuidados especiais e, em consequência disso, elaborou-se um Plano de Limpeza que está presente no Anexo J.

Por fim, o **quinto S** deve-se à própria cultura que as pessoas passam a ter, ou seja, manterem a limpeza e organização naturalmente e agirem de forma responsável e correta em relação aos problemas que surgem eventualmente. Como tal, estas práticas levam o seu tempo e persistência, é necessário dar continuidade a estas práticas até serem realizadas automaticamente, o que vai além da duração do estágio.



#### 4.2.1 Gestão Visual

Além de dar continuidade às práticas dos 5S's, é imprescindível a presença de gestão visual que está relacionada essencialmente com 5S's. Para tal, foram feitas indicações nas prateleiras, caixas, paredes e marcações no chão.



**Figura 38** – Indicações nas prateleiras e caixas



**Figura 39** - Instruções para o Material Rejeitado



Figura 40 - Indicações na parede pertencente à linha 90x60



Figura 41 - Afixação de Instruções de Trabalho e de Limpeza na linha





**Figura 42** – Marcações de planos e perfis não conformes (antes)



**Figura 44** – Marcações de planos não conformes (depois)



**Figura 43** – Marcações de perfis não conformes (depois)



**Figura 45** – Marcações de matéria-prima - planos (antes e depois)



**Figura 46** – Marcações de matéria-prima - perfis (depois)



**Figura 47** – Marcações de material auxiliar - paletes



**Figura 48** – Indicações e marcações para os 2 tipos de cartão de cada tamanho para as caixas de embalagem

#### 4.2.2 *Análise de paragens e microparagens*

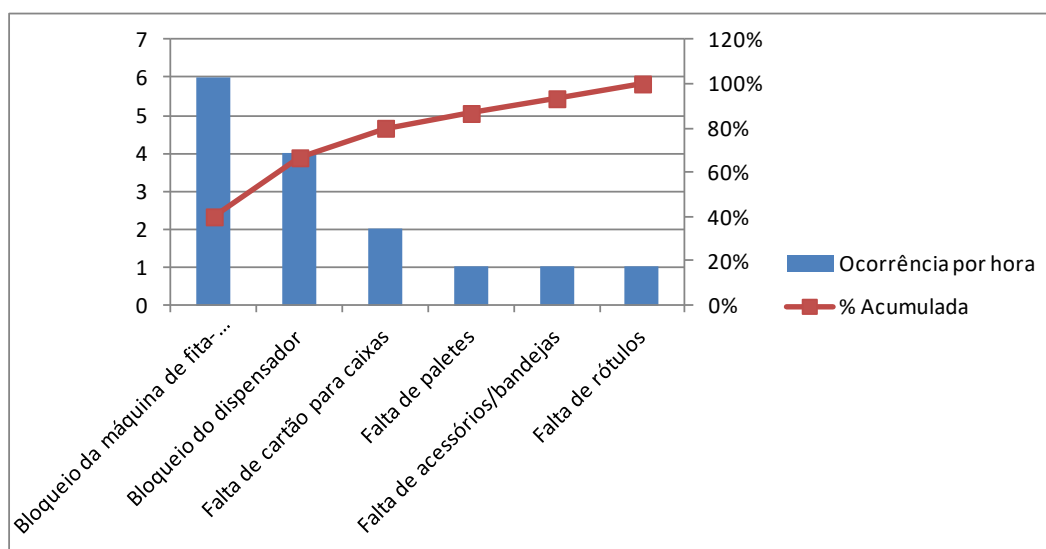
Feitas as implementações de 5S's, gestão visual e elaborados o *Standardized Work* e os planos de limpeza foi realizada uma análise às paragens que eventualmente pudessem acontecer durante o processo de produção. Para esse intuito foram feitas observações de campo para deduzir os tipos e as quantidades das ocorrências de paragem durante 1 hora. A seguinte tabela descreve essa informação:



**Tabela 6** - Descrição de ocorrências de paragens e microparagens

Tipo de Paragem	Ocorrência por hora	% Acumulada
Bloqueio da máquina de fita-cola	6	40%
Bloqueio do dispensador	4	67%
Falta de cartão para caixas	2	80%
Falta de paletes	1	87%
Falta de acessórios/bandejas	1	93%
Falta de rótulos	1	100%

A partir da informação recolhida foi elaborado o diagrama de Pareto que se apresenta em seguida:

**Gráfico 7** - Diagrama de Pareto para as ocorrências de paragem 90x60

Esta ferramenta indica que 80% dos problemas ocorrem devido a 20% das causas, pelo que podemos determinar as principais causas que se responsabilizam pela maior parte das paragens. Estas serão:

- Bloqueio da máquina de fita-cola
- Bloqueio do dispensador manual (utensílio para colocar fita-cola manualmente)
- Falta de paletes

Quanto à última ocorrência, as suas causas provêm externamente ao pavilhão, tendo sido lançado um alerta tanto no armazém das paletes como ao empilhador que as transporta.

Para cada uma das restantes causas foram elaborados os diagramas de Ishikawa que se expõem no Anexo K.

No que diz respeito à máquina de fita-cola, várias medidas foram tomadas. Esta máquina (presente na figura 49) tem um tapete rolante e fita-cola por cima e, depois de fechada, conforme a caixa passa é imediatamente isolada com fita-cola, tendo que se executar um pequeno empurrão para a caixa entrar devidamente. Antes de cada medida de quadro a máquina tem de ser afinada manualmente pelos operadores. No entanto, devido a várias razões como mau manuseamento, não conhecimento do afinamento, pressa, falta de limpeza, falta de manutenção pela equipa dedicada a tal, permanecer sempre ligada mesmo sem ser necessário e o facto de a máquina ser já bastante antiga ocorriam vários bloqueios que implicavam que a linha parasse ou que se colocasse a fita-cola manualmente recorrendo ao dispensador, atrasando todo o processo. Relativamente a algumas subcausas foram tomadas medidas como instruir os colaboradores para limpar a máquina no fim de cada turno e desligar, dar formação quanto à afinação da máquina e observar o procedimento para corrigir eventuais erros no manuseamento do produto e da máquina, lançar alerta à equipa de Manutenção para realizar devidamente o seu trabalho e verificar duas vezes por semana o estado da máquina.

No que se refere ao dispensador de fita-cola (ver figura 50), visto que as principais paragens ocorrem pela deterioração do utensílio, foram fornecidos dois novos dispensadores e os colaboradores foram alertados para terem cuidados no seu manuseamento e realizarem um armazenamento responsável no local específico para esta ferramenta, no final de cada turno.



**Figura 49** - Máquina de fita-cola



**Figura 50** - Dispensador de fita-cola manual

#### 4.2.3 Heijunka

Relativamente à produção dos quadros na linha 90x60, existe uma variedade bastante grande entre eles que começa no tipo de revestimento do plano, passa pela cor dos cantos (cinza claro ou cinza escuro) e termina no tipo de perfil (Maya, New Generation ou Universal).

A ordem de produção do setor segue um sistema de produção *Pull*, onde se ordena o que irá ser elaborado a partir do final do fluxo de fabrico para trás, até ao início da linha e do processo em si. Ou seja, depois de obter a lista dos pedidos dos clientes, são elaboradas as Ordens de Fabrico baseadas nas datas de entrega e estas são distribuídas pelas linhas de produção, mais propriamente, na parte da embalagem. A embalagem ordena, então, à montagem o tipo de quadro a fabricar e a respetiva quantidade. No início, não existia nenhum tipo de sequenciamento quanto à produção dos quadros, era simplesmente à escolha do operador responsável pela parte da embalagem, visto que as OF são alocadas nessa parte da linha, que se guiava através das datas de entrega, tendo que verificá-las em todas as OF, o que causa perda de tempo.

Foi elaborado, então, um móvel onde existe a separação e organização das OF não só pelos tamanhos como anteriormente mas também pelo dia atual da produção e o resto das OF permanecem no local dos restantes dias da semana, visto que não é possível obter divisões referentes a cada dia da semana de modo que a sequência de produção é propícia a várias mudanças diariamente, podendo ser por falta de material ou ordens superiores. Assim, no final de todos os dias, o chefe do pavilhão coloca na divisão “Hoje” o que se irá produzir no dia a seguir, preparando também o material para o dia seguinte. Além disso, foi aproveitado o móvel que existia para dar apoio ao chefe de linha em se organizar, proporcionando 4 espaços para colocar as OF mais próximas, sendo uma das suas responsabilidades, respeitando a ordem cronológica.



**Figura 51** - Móvel de sequenciamento das Ordens de Fabrico (antes)





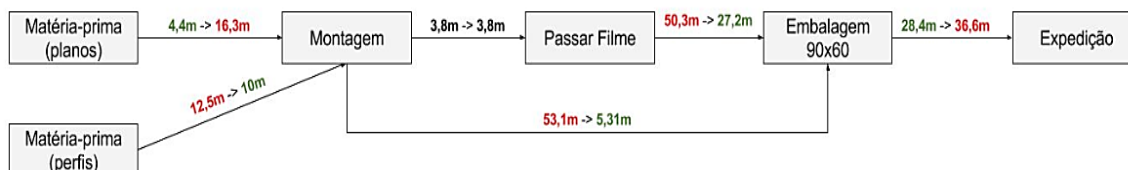
**Figura 52** - Móvel de sequenciamento das Ordens de Fabrico (depois)

#### 4.2.4 Proposta de novo layout

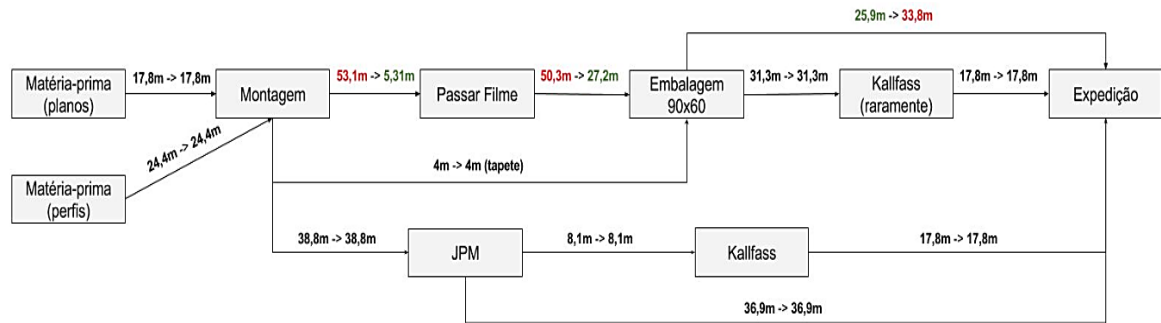
Desde uma observação inicial do setor em questão, foram notadas anomalias quanto à distribuição das linhas de produção que causariam desperdícios em transporte e tempo. Como não seria possível implementar a mudança de *layout* na realidade por falta de tempo e outros fatores, foi efetuada uma proposta de uma mudança que absorveria o desperdício mais problemático do setor. Esta consistiria em efetuar uma permuta entre duas linhas de produção: Nova *Process* e Montagem de dimensões 60x45cm juntamente com a Máquina de “Passar Filme” nas dimensões 60x45cm e 90x60cm. No Anexo L está representada a proposta com os respectivos fluxos de fabrico para uma melhor compreensão visual da eventual mudança.

Em seguida, foram feitos cálculos das distâncias que seriam percorridas, sendo que a escala do desenho é de 1,6cm para 5m na realidade. Assim, sabendo as distâncias atuais e através da planta com os fluxos é possível obter essas distâncias. Posteriormente, são apresentados os fluxos mais pormenorizadamente com as distâncias atuais e após as alterações.

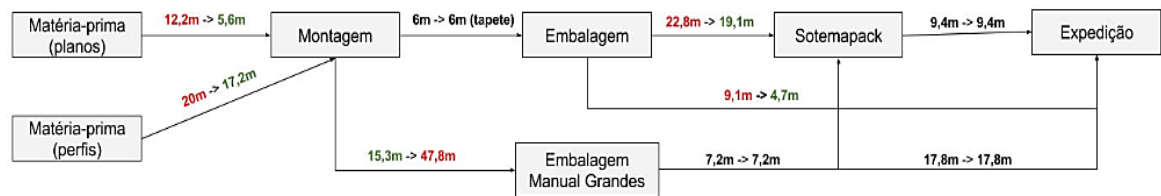
- Fluxo 60x45:



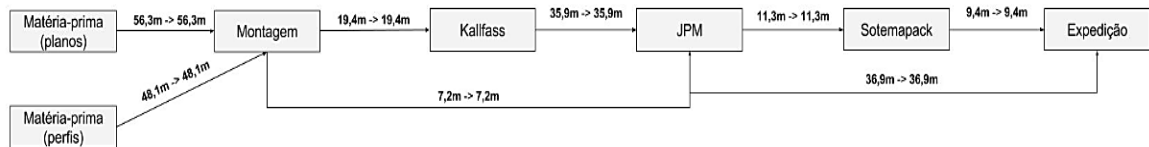
- Fluxo 90x60:



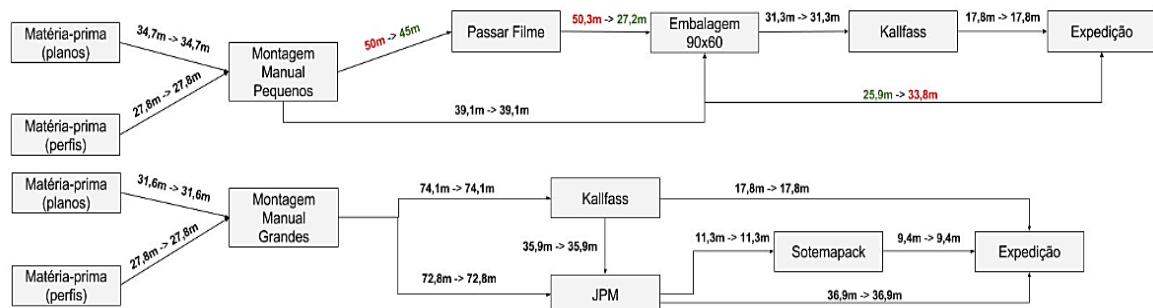
- Fluxo Nova Process:



- Fluxo 120x90:



- Fluxo Montagem Manual



Cada fluxo corresponde a um tipo de produto e estes são diferenciados entre si pela preferência do cliente, podendo o quadro ser plastificado ou apenas a caixa do quadro ou ambos. Ao passar ao processo de fabrico de uma paleta para um determinado cliente, supõe-se que é sempre necessário abastecer a máquina de montagem com o material indispensável (planos e perfis) para considerar todo o fluxo, do início até ao fim. Assim, as contas são efetuadas em relação a cada fluxo para verificar a total distância percorrida que se pouparia. É de notar que não se consideram os fluxos que não se alteram.

De entre todos os cálculos efetuados, concluiu-se que haveriam fluxos cuja distância iria aumentar. No final, foi feito um equilíbrio, fazendo a soma das distâncias que seriam poupadas, subtraindo as que acresceriam. Assim, obteve-se o total das extensões reduzidas. As tabelas seguintes apresentam os valores encontrados. Não se incluíram os fluxos 120x90 nem os fluxos dos Manuais Grandes pois nenhum deles variou.

**Tabela 7** - Diferença de distâncias pertencentes aos fluxos 60x45 e 90x60

Fluxo 60x45		
Antes	Depois	Diferença
4,4	16,3	-11,9
4,4	16,3	-11,9
12,5	10	2,5
12,5	10	2,5
50,3	27,2	23,1
53,1	5,31	47,79
28,4	36,6	-8,2
28,4	36,6	-8,2
Total:		35,69m poupados

Fluxo 90x60		
Antes	Depois	Diferença
53,1	5,31	47,79
53,1	5,31	47,79
50,3	27,2	23,1
50,3	27,2	23,1
25,9	33,8	-7,9
25,9	33,8	-7,9
Total:		125,98m poupados

**Tabela 8** - Diferença de distâncias pertencentes aos fluxos dos Manuais Pequenos e da Nova *Process*

Fluxo Montagem Manual Pequenos		
Antes	Depois	Diferença
50	45	5
50	45	5
50,3	27,2	23,1
50,3	27,2	23,1
25,9	33,8	-7,9
Total:		48,3m poupados

Fluxo Nova <i>Process</i>		
Antes	Depois	Diferença
12,2	5,6	6,6
12,2	5,6	6,6
12,2	5,6	6,6
12,2	5,6	6,6
20	17,2	2,8
20	17,2	2,8
20	17,2	2,8
20	17,2	2,8
15,3	47,8	-32,5
15,3	47,8	-32,5
9,1	4,7	4,4
22,8	19,1	3,7
Total:		19,3m de desperdício

No total seriam poupados:

$$Total = 35,69 + 125,98 + 48,3 + (-19,3) = 190,67m$$

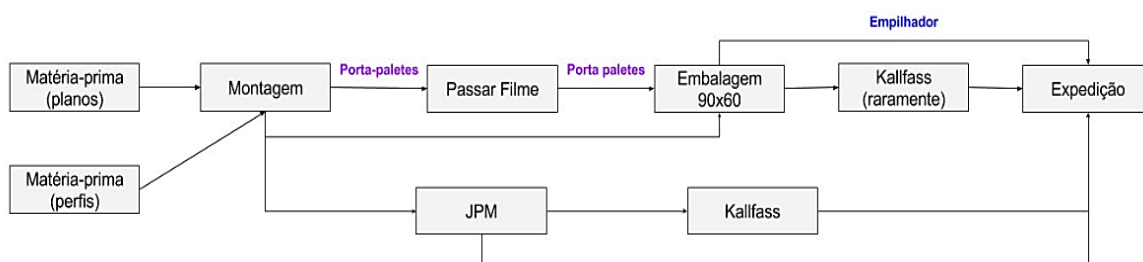
Em termos mais evidentes, seriam poupados cerca de 22% da distância total percorrida por todos os fluxos, que atualmente é 870,4m. Uma redução de 190,67m desse valor corresponde a 21,9%.

Para obter um ponto de vista mais realista, à cada extensão percorrida de cada fluxo que se alteraria foi correspondido o modo de transporte, pois os custos e o tempo gasto são diferentes. Por exemplo, a entrada de matéria-prima (planos) é sempre realizada por um empilhador, tal como o transporte de planos de maior dimensão entre as linhas e a própria expedição de todos os produtos. As restantes distâncias são percorridas pelos operadores com o recurso ao porta-paletes. Assumiu-se que a velocidade do empilhador é 10km/h e do operador/porta-paletes é 2km/h. Para uma melhor compreensão, são representados apenas os fluxos que poderão sofrer alteração e os respetivos meios de transporte.

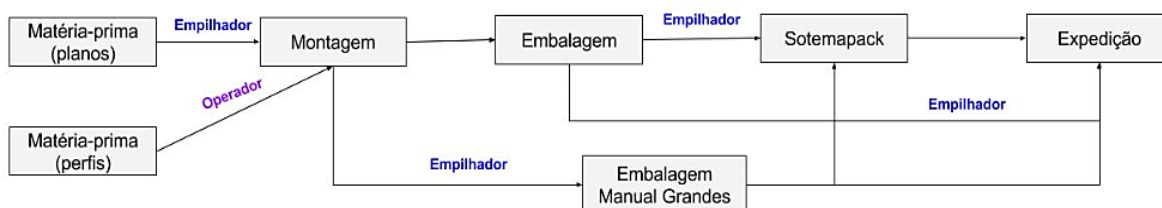
- Fluxo 60x45:



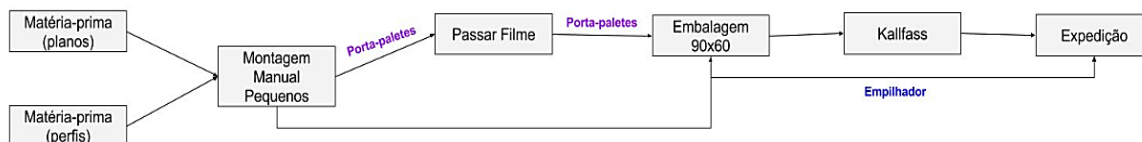
- Fluxo 90x60



- Fluxo Nova Process



- Fluxo Montagem Manual Pequenos



As tabelas seguintes ilustram as somas de todos os trajetos realizados pelo operador/porta-paletes e pelo empilhador correspondentes a cada fluxo de fabrico possível.

**Tabela 9** – Diferença de fluxos percorridos pelos diferentes meios de transporte

Empilhador		
Antes	Depois	Diferença
4,4	16,3	-11,9
28,4	36,6	-8,2
4,4	16,3	-11,9
28,4	36,6	-8,2
25,9	33,8	-7,9
25,9	33,8	-7,9
12,2	5,6	6,6
12,2	5,6	6,6
12,2	5,6	6,6
12,2	5,6	6,6
15,3	47,8	-32,5
15,3	47,8	-32,5
9,1	4,7	4,4
25,9	33,8	-7,9
25,9	33,8	-7,9
Total:		106m de desperdício

Operador/Porta-paletes		
Antes	Depois	Diferença
12,5	10	2,5
12,5	10	2,5
53,1	5,31	47,79
50,3	27,2	23,1
53,1	5,31	47,79
50,3	27,2	23,1
53,1	5,31	47,79
50,3	27,2	23,1
20	17,2	2,8
20	17,2	2,8
20	17,2	2,8
20	17,2	2,8
50	45	5
50,3	27,2	23,1
50	45	5
50,3	27,2	23,1
Total:		285,1m de poupança

Visto que a velocidade do operador/porta-paletes são 2km/h (0,56m/s) e do empilhador são 10km/h (2,78m/s), poder-se-á estimar o tempo perdido através da fórmula:

$$V = \frac{d}{t} \Leftrightarrow t = \frac{d}{V}$$

Assim, para o operador/porta-paletes será:

$$t = \frac{d}{V} = \frac{285,1}{0,56} = \frac{509,05}{60} s = 8,48 \text{ min de poupança}$$

E para o empilhador:

$$t = \frac{d}{V} = \frac{-106}{2,78} = \frac{-38,16}{60} s = -0,64 \text{ min de desperdício}$$

No total:

$$8,48 - 0,64 = 7,84 \text{ min de poupança}$$

Ou seja, se se transitarem todos os fluxos, serão poupados cerca de 8 minutos, o que se torna significativo visto que durante um dia de trabalho qualquer fluxo pode ser percorrido inúmeras vezes.

Além do tempo que se pouparia, também terá de se ter em consideração a segurança das pessoas, pois passarão a ser frequentados os corredores com uma menor circulação de empilhadores. Como se pode verificar no Anexo B, os corredores com um maior tráfego de empilhadores são de entrada de matéria-prima e de saída dos produtos acabados para a expedição pois é onde se constata mais fluxos. Além disso, foi feita uma observação no terreno durante o primeiro turno que é o mais movimentado.

No corredor da entrada de matéria-prima a cada, aproximadamente, 7 min passa o empilhador para reabastecer as linhas e recolher produtos acabados da linha dos manuais ou intermédios para serem embalados na linha Embalagem Manual Grandes. O abastecimento dos planos é feito em todas as máquinas de montagem, pelo que o corredor junto ao Gabinete da Produção também é percorrido pelo empilhador para chegar à máquina que produz dimensões 120x90cm, a mais distante do portão da entrada de matéria-prima.

Quanto ao corredor para o portão de Expedição, é onde se concentra o maior tráfego do setor. Além de serem transportados todos os produtos acabados para a expedição, também é feita a entrada de paletes de caixas de cartão para as linhas de embalagem e é feito o transporte de quadros de grandes dimensões tanto da linha Nova *Process* como da Embalagem Manual Grandes para a *Sotemapack* (que passa “filme” em *memos* grandes). Após a observação realizada, concluiu-se que a cada 4 min circula um empilhador no referido espaço.

Além dos empilhadores, tem de se considerar que existem operadores a passar com porta-paletes e outros colaboradores e existe sempre uma ameaça à sua segurança. A proposta que foi elaborada deduz que, devido à permuta entre as duas linhas de produção, não será necessário transportar os quadros pelo corredor da Expedição desde a linha de Passar Filme 60x45/90x60 até à Embalagem 90x60, nem pelo corredor da matéria-prima desde a máquina de montagem de dimensões 60x45 até ao mesmo destino.

Deste modo, não só será evitado o desperdício de tempo e transporte que aumentará a produção, mas também é melhorada a segurança e a própria ergonomia dos operadores. O esforço físico é grande quando se transporta uma paleta com 70 quadros, mesmo recorrendo a um porta-paletes e esse esforço diminui acentuadamente quando as distâncias a percorrer reduzem de 50 a 90%.

# Capítulo 5

## Conclusões





## 5. CONCLUSÕES

### 5.1 Reflexão sobre o trabalho realizado

É indiscutível a importância de inovar, variar e corresponder às expectativas do cliente, reduzindo simultaneamente os custos de produção nas empresas de hoje em dia. Para tal, são cada vez mais utilizadas técnicas para prevenir prejuízos e para fabricar de forma mais económica, rápida e eficaz. A filosofia *Lean* é todo um conjunto de técnicas e metodologias de gestão que foca na redução dos sete tipos de desperdício. A sua eliminação causa simultaneamente a melhoria da qualidade dos produtos e a diminuição do custo e do tempo de produção.

Deste modo e como se verificou a existência de vários tipos de desperdício e pouco seguimento da filosofia *Lean* no setor Bi-Office, foi necessário determinar os aspetos que se poderiam melhorar durante a duração do estágio. Escolheu-se, então, a linha que mais carecia de implementação destas metodologias e a que possui o segundo maior volume de vendas do pavilhão – linha que fabrica dimensões de 90 por 60 cm. Os objetivos a alcançar situavam-se entre: remover *stock* intermédio da linha; balancear as tarefas da parte da Embalagem a executar pelos colaboradores para atingir a quantidade a produzir que cumprisse a procura e acompanhasse o novo equipamento de Montagem instalado; instruir *Standardized Work* e elaborar as Instruções de Trabalho para realizar as tarefas sempre da mesma forma, uma peça de cada vez; organizar o espaço e proporcionar melhores condições de trabalho para os operadores; instruí-los a seguir as boas práticas dos 5S's para manter a organização e limpeza do posto de trabalho; induzir a gestão visual para facilitar o trabalho dos operadores; verificar as ocorrências de paragens e microparagens, entender as causas das mais significativas e atuar nas mesmas. Com todas estas implementações e alterações foi possível aumentar a produção em cerca de 74%, que consequentemente leva a um aumento de produtividade e qualidade e reduz o desperdício em tempo. No entanto, apesar de às vezes ser complicado mudar a mentalidade das pessoas por terem um modo de trabalho próprio e não serem recetivos a mudanças, isso não foi um entrave significativo na implementação das melhorias pois a maior parte colaborou com dedicação e boa vontade, facilitando os objetivos a serem cumpridos e criando um espírito de amizade.

Por outro lado, notou-se a existência de um grande desperdício quanto ao transporte e movimentação de materiais entre as linhas devido à sua distribuição pouco estudada. Assim, foi elaborada uma proposta de *layout* para, futuramente, modificar a posição das linhas de produção, com o intuito de evitar o desperdício em tempo, transporte e melhorando a segurança dos operadores. A proposta e os respetivos fluxos de fabrico foram cuidadosamente estudados e os resultados mostram que compensaria o esforço a troca das duas linhas que foram alvo de estudo por transmitirem a situação mais problemática relativamente a todos os fluxos a percorrer, visto que se poupariam cerca de 22% da distância total percorrida em todos os fluxos, o que a longo prazo se torna numa diminuição significativa de tempo e custo, e também se revelariam melhorias quanto ao desempenho dos colaboradores no que toca à sua segurança e ergonomia.

Penso ter conseguido contribuir positivamente para a empresa com o meu trabalho, visto que dei sempre o melhor de mim e me comprometi fortemente com todas as responsabilidades que me foram atribuídas, tanto relativamente ao meu projeto como ao restante trabalho realizado por todo o setor Bi-Office. Todo o trabalho foi realizado com o objetivo de formar uma cultura de melhoria contínua na empresa para que haja seguimento do que foi implementado e esforço para atingir melhores resultados, sempre.

## 5.2 Desenvolvimentos futuros

Tendo em consideração a filosofia *Lean*, sabe-se que o perfeito é inatingível e existem sempre oportunidades de lutar para melhorar seja o que for. Neste caso, o esforço é aprender com os erros e melhorar o modo de fabrico, tentando fazer bem à primeira, o que consequentemente leva à diminuição de custos e do tempo, aumentando a qualidade dos produtos.

Para tal, todas as implementações realizadas são alvo de continuidade, ou seja, terá de se insistir na sua permanência e respeitar os procedimentos tendo em vista a sua melhoria sempre que for constatada uma falha ou anomalia. Além do mais, são aceites ideias para ajudar a tornar os postos de trabalho mais ergonómicos e com melhores condições de trabalho.

Por outro lado, no caso da criação do móvel de sequência de fabrico, seria mais conveniente possuir divisões para cada dia da semana, o que implica a existência de um planeamento de produção mais estável e passível de prever com alguma antecedência antes de mais.

Relativamente à proposta de *layout*, é preferível elaborar mais propostas para encontrar a melhor solução e que envolva todo o percurso dos materiais e produtos tanto intermédios como acabados, visto que a proposta elaborada se dedicava apenas à troca entre duas linhas de produção. Portanto, futuramente o mais acertado seria reconstruir todas as linhas de produção de modo a obter a planta mais vantajosa.

No que diz respeito às práticas dos 5S's introduzidas na linha e em algumas partes do setor, seria aconselhável continuar a apostar nas mesmas, procurando atingir o 5ºS para construir uma base para a melhoria contínua, realizando reuniões semanais para incentivar os colaboradores e ouvir as suas opiniões. Além disso, aspetos como a gestão visual e trabalho *standard* têm de continuar a ser implementados pelo resto do setor, com as devidas formações aos colaboradores. No entanto, questões como paragens e microparagens tanto da linha em estudo como nas restantes linhas são alvo de eliminação e é necessário aprofundar as suas causas para resolver o problema desde a raiz.

Por fim, seria interessante realizar o SMED na linha estudada para reduzir o tempo da mudança de ferramenta que consegue ser bastante elevado. Também poderia ser instalado o sistema *Andon* em todas as máquinas para que o estado do equipamento seja entendível e apelativo, reforçando a gestão visual do pavilhão Bi-Office.

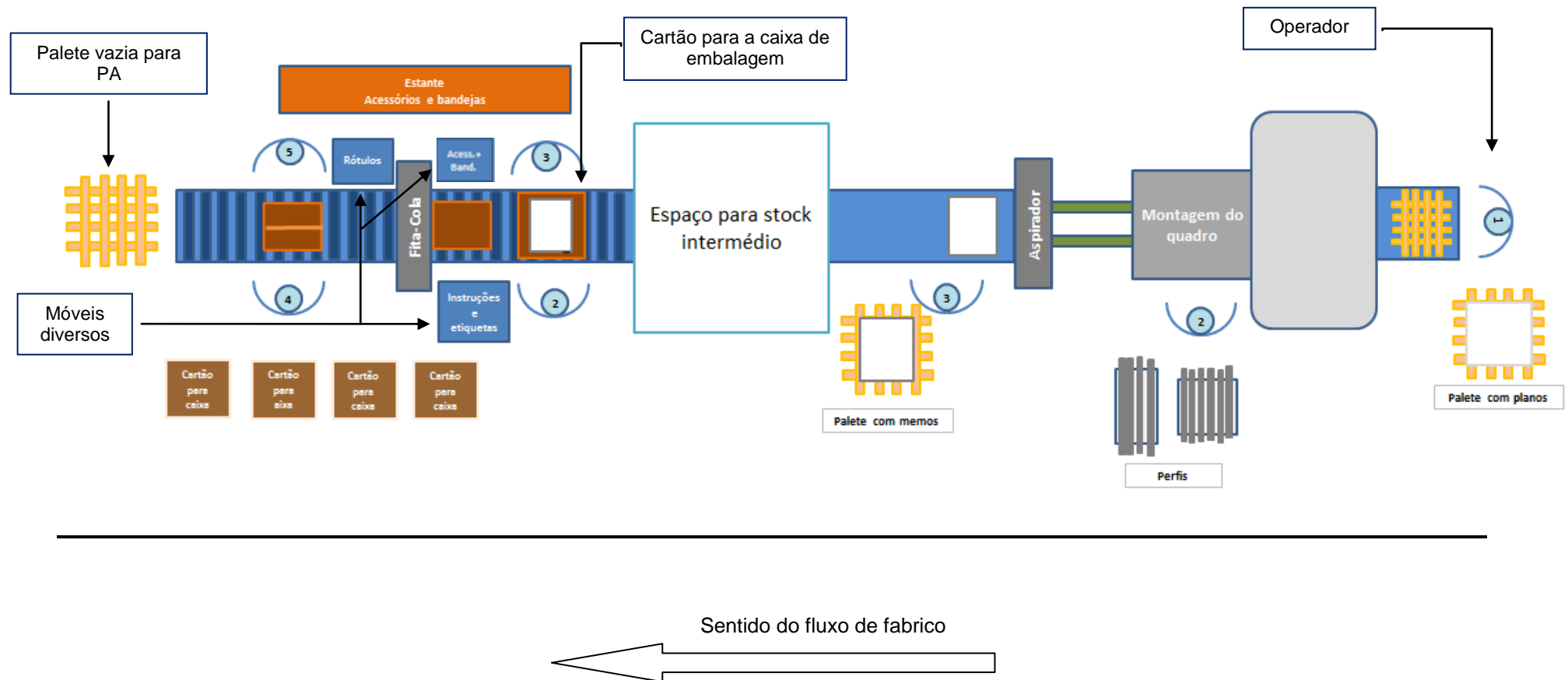
## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Becker, C., & Scholl, A. (2006). A survey on problems and methods in generalized assembly line balancing. *European Journal of Operational Research*, 168(3), 694–715. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2004.07.023>
- Belekoukias, I., Garza-Reyes, J. A., & Kumar, V. (2014). The impact of lean methods and tools on the operational performance of manufacturing organisations. *International Journal of Production Research*, 52(13)(July 2014), 1–21. <https://doi.org/10.1080/00207543.2014.903348>
- Bosenberg, D. e Metzen, H. (1993). *Lean Management: Como Aligeirar Estruturas e Custos Para Flexibilizar as Empresas*. Edições Cetop
- Driscoll, J., & Thilakawardana, D. (2001). The definition of assembly line balancing difficulty and evaluation of balance solution quality. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 17(1-2), 81–86.
- Filip, F. C., & Marascu-Klein, V. (2015). The 5S lean method as a tool of industrial management performances. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 95(1), 12127. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/95/1/012127>
- Ishikawa, K. (1985). *TQC - Total Quality Control - Estratégia e Administração da Qualidade*. Mc Graw Hill.
- Koch, R. (2015). *O Princípio 80/20: Os segredos para conseguir mais com menos nos negócios e na vida*. Gutenberg
- Liker, J. (2004). *The Toyota way: 14 management principles from the world's greatest manufacturer*. Mc Graw Hill.
- Liker, J., & Meier, D. (2007). *Toyota Talent, Developing your people the Toyota Way*. American Media International. <https://doi.org/10.1036/0071477454>
- Mehri, D., (2006) The Darker Side of Lean, *Academy of Management Perspectives*, 20, 2: 20-42
- Pienkowski, M. (2014). Waste Measurement Techniques for Lean Manufacturing Companies. *International Journal of Lean Six Sigma*, 5(1), 1–16.
- Pinto, J. P. (2014). *Pensamento Lean: A Filosofia das Organizações Vencedoras*. Lidel.
- Plazibat, V., Krčum, M., & Skračić, T. (2015). Tools of Quality in Determining the Characteristics of Services in Maritime Passenger Transport. *Naše More*, 62(2), 53–58. <https://doi.org/10.17818/NM/2015/2.2>
- Rother, M. (2010). *Toyota Kata: Managing people for improvement, adaptiveness, and superior results*. Mc Graw Hill.
- Rother, M., Shook, J. (2003). *Learning to see: Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate Muda*, Lean Enterprise Institute
- Salleh, N. A. M., Kasolang, S., & Jaffar, A. (2012). Simulation of Integrated Total Quality Management (TQM) with Lean Manufacturing (LM) Practices in Forming Process Using Delmia Quest. *Procedia Engineering*, 41(Iris), 1702–1707. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2012.07.371>
- Shamah, R. A. M. (2013). A model for applying lean thinking to value creation. *International Journal of Lean Six Sigma*, Vol. 4 Iss: 2, pp.204 - 224 <https://doi.org/10.1108/20401461311319365>
- Simaria, A. (2001). Uma Metodologia para o Balanceamento de Linhas de Montagem

- Simaria, A. S., & Vilarinho, P. M. (2009). 2-ANTBAL: An ant colony optimisation algorithm for balancing two-sided assembly lines. *Computers and Industrial Engineering*, 56(2), 489–506. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2007.10.007>
- Sipper, D, Bulfin Jr, R.L. (1997). *Production: Planning, Control, and Integration*, McGraw-Hill, New York.
- Sundar, R., Balaji, A. N., & Satheesh Kumar, R. M. (2014). A review on lean manufacturing implementation techniques. *Procedia Engineering*, 97, 1875–1885. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.12.341>
- Suzaki, K. (2010). *Gestão de Operações Lean - Metodologias Kaizen para a melhoria contínua*.
- Wilson, L. (2010). *How to implement lean manufacturing*. McGraw-Hill
- Womack, J and Jones, D. 1996. *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. Simon & Schuster, Inc.

## ANEXO A – LAYOUT DA LINHA 90X60 ANTES DAS ALTERAÇÕES

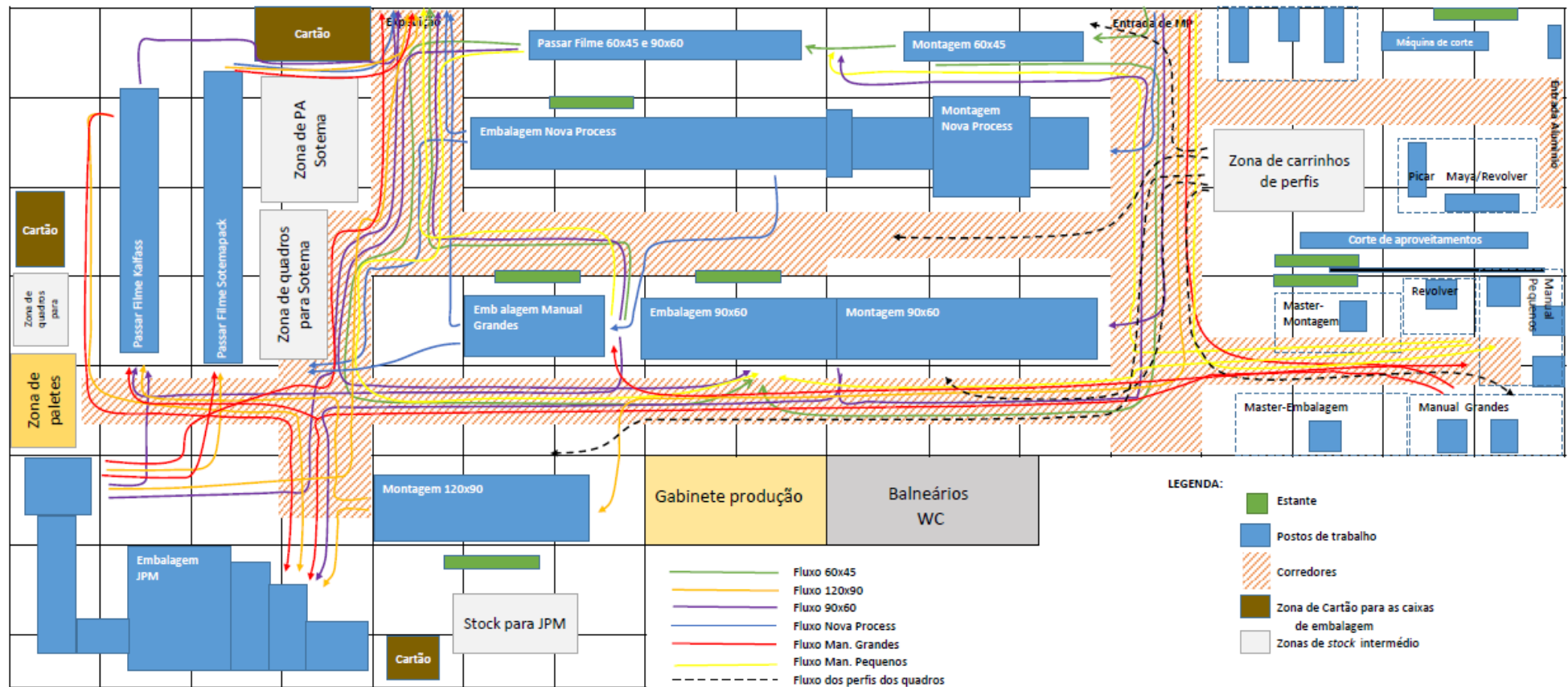
Layout da linha 90x60 (linha a otimizar, antes):



## ANEXO B - LAYOUT ATUAL DO SETOR BI-OFFICE

Layout atual com os fluxos de fabrico

Layout atual - Setor Bi-Office (2016/2017)









## ANEXO C – DESCRIÇÃO DAS ESTAÇÕES DE TRABALHO

Designação do posto	Caracterização	Postos seguintes	Nº médio de operadores
CPA1	Corte de perfis de alumínio	Máquinas de picar e cravar	2
CPA3	Corte de perfis de alumínio e plástico (aproveitamentos)	Máquinas de picar e cravar	2
MCR3	Cravagem de perfil Universal e New Generation	Linhas de montagem Manual ou Automática	0/1
MCR4	Cravagem de perfil Maya	Linhas de montagem Manual ou Automática	1
MCR5	Cravagem de perfil Maya plástico e Maya alumínio	Linhas de montagem Manual ou Automática	1
MPR1	Picar perfil de plástico	Linhas de montagem Manual ou Automática	0/1
MPR2	Picar perfil Maya (tamanhos 90 e 60)	Linhas de montagem Manual ou Automática (120x90 e 90x60)	1
MPR3	Picar perfil Maya de várias dimensões e furação de perfil Maya para Revolvers	Linhas de montagem Manual ou Automática (Nova <i>Process</i> , 60x45, entre outras)	1
Montagem Automática 60x45	Montagem de quadros de dimensão 60x45, perfil Maya	Linha de embalagem Manual Pequenos, máquina de Passar Filme	2
Montagem Automática 90x60	Montagem de quadros de dimensão 90x60, perfil Maya	Linha de embalagem Manual Pequenos, JPM, máquina de Passar Filme	3
Montagem Automática 120x90	Montagem de quadros de dimensão 120x90, perfil Maya	Linha de embalagem Manual Grandes, JPM, máquina de Passar Filme <i>Kallfass</i>	3

Montagem Automática <i>Process</i>	Montagem de quadros de várias dimensões a partir de 120x90 (inclusive), perfil Maya	Embalagem <i>Process</i> , linha de embalagem Manual Grandes, JPM	6
Montagem Manual Grandes	Montagem de quadros com dimensões a partir de 120x90	Linha de embalagem Manual Grandes, JPM e Embalagem <i>Process</i>	5
Montagem Manual Pequenos	Montagem de quadros com dimensões até 120x90 (inclusive)	Linha de embalagem Manual, JPM, máquina de Passar Filme <i>Kalfass</i>	3
Linha de Revolver	Furação e reforço de quadros para Revolvers	Linha de Montagem Automática <i>Process</i>	3
Linha Mastervision	Montagem e Embalagem manual de modelos de quadros mais específicos	Expedição	3
Linha de Embalagem Manual Pequenos	Embalagem Manual de dimensões 60x45 e 90x60	Expedição	5
Linha de Embalagem Manual Grandes	Embalagem manual de quadros com dimensões superiores a 120x90	Máquina <i>Sotemapack</i> se levar filme na caixa ou Expedição	6
Embalagem <i>Process</i>	Embalagem manual de quadros de grande dimensão (superior a 120x90)	Máquina <i>Sotemapack</i> se levar filme na caixa ou Expedição	10
JPM	Embalagem em caixa individual de dimensões 120x90 e 90x60	Máquina <i>Sotemapack</i> se levar filme na caixa ou Expedição	7
Máquina de Passar Filme pequenos	Embalagem com filme de quadros de dimensões 60x45 e 90x60	JPM ou linha de Embalagem Manual Pequenos	3
Máquina de Passar Filme <i>Kalfass</i>	Embalagem com filme de quadros de dimensões 120x90 e 90x60 e filme na caixa de dimensão 90x60	JPM ou linha de Embalagem Manual Pequenos	3
Máquina de Passar Filme <i>Sotemapack</i>	Embalagem com filme na caixa de várias dimensões (superiores a 120x90, inclusive)	Expedição	3

## ANEXO D – AUDITORIA DOS 5S DA LINHA 90X60 ANTES DAS ALTERAÇÕES

Foi elaborada uma auditoria à linha a otimizar para entender se as práticas dos 5S estavam a ser seguidas:

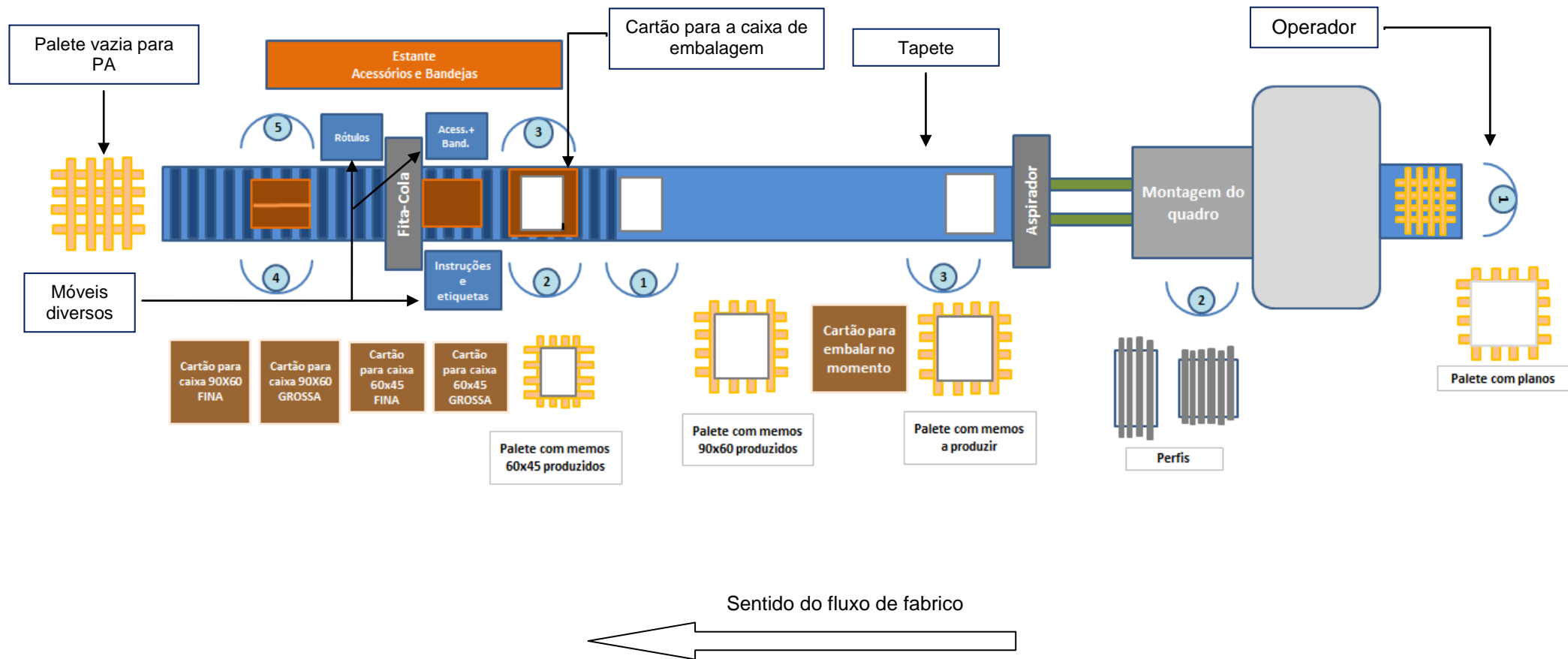
### Auditoria dos 5S's



Área 5S:	90x60	Sim	Não
1º S	As normas de seguranças estão a ser cumpridas?	X	
	Os materiais estão ordenados e com nível de <u>stock</u> correto?		X
	Os materiais, máquinas ou ferramentas são úteis ao local?	X	
2º S	A área está organizada?		X
	O material, as máquinas e as ferramentas guardados no sítio correto?		X
	As ferramentas são amunadas depois da utilização?		X
3º S	A área está limpa e o lixo e desperdícios são devidamente separados?		X
	As máquinas e ferramentas têm um aspeto limpo e bem conservado?		X
	As infraestruturas apresentam boas condições de trabalho?	X	
4º S	As máquinas, o material e as ferramentas têm local definido?		X
	Os espaços estão marcados, identificados e mapeados?		X
	Os locais de trabalho têm tarefas periódicas de 5S atribuídas?		X
5º S	A área 5S é mensalmente auditada?		X
	As tarefas 5S são executadas pelos operadores?		X
	Existem planos de ações para correção de não conformidades atualizado?		X
Auditor(es):	Anna Dyrochkina		
Data:	20/09/2016		
Observações:	Qua dro dos 5S em desuso; informações acerca de <u>Standardized Work</u> não existem; desorganização da sequência de fabrico; <u>kanbans</u> degra dados e desatualiza dos; falta de organização geral.		

## ANEXO E - LAYOUT DA LINHA 90X60 APÓS AS ALTERAÇÕES

Layout da linha 90x60 (linha a otimizar, depois):



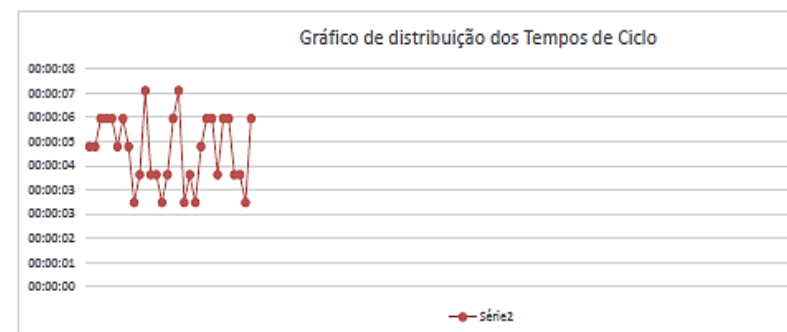
## ANEXO F – FOLHAS DAS MEDIÇÕES DE TEMPOS

**Folha de Observação de Tempos**

Posto	90x60 - meter etiqueta+virar memo 1º turno				Observador	Anna				
Produto	1	90x60 cerâmica				Data:	16/11/2016			
	2	5 pessoas								
	3									
	4									
	5									
	6									
Hora Início					Hora Fim					
					Tempo Observação:	00:02:26				

#	Acum.	Parcial	Pr.	Inv.	TEMPO PERDIDO	Razão Falha	Mat Q.	Mat F.	Máquina	Muda	Outros
0	00:00:00										
1	00:00:05	00:00:05			00:00:01						
2	00:00:10	00:00:05			00:00:01						
3	00:00:16	00:00:06			00:00:02						
4	00:00:22	00:00:06			00:00:02						
5	00:00:28	00:00:06			00:00:02						
6	00:00:33	00:00:05			00:00:01						
8	00:00:39	00:00:06			00:00:02						
9	00:00:44	00:00:05			00:00:01						
11	00:00:47	00:00:03									
12	00:00:51	00:00:04									
13	00:00:58	00:00:07			00:00:03						
14	00:01:02	00:00:04									
15	00:01:06	00:00:04									
16	00:01:09	00:00:03									
17	00:01:13	00:00:04									
18	00:01:19	00:00:06			00:00:02						
19	00:01:26	00:00:07			00:00:03						
20	00:01:29	00:00:03									
21	00:01:33	00:00:04									
22	00:01:36	00:00:03									
23	00:01:41	00:00:05			00:00:01						
24	00:01:47	00:00:06			00:00:02						
25	00:01:53	00:00:06			00:00:02						
26	00:01:57	00:00:04									
27	00:02:03	00:00:06			00:00:02						
28	00:02:09	00:00:06			00:00:02						
29	00:02:13	00:00:04									
30	00:02:17	00:00:04									
31	00:02:20	00:00:03									
32	00:02:26	00:00:06			00:00:02						

Análise das falhas		
Média	00:00:05	
Mediana	00:00:05	
Maximo	00:00:07	
Minimo	00:00:03	
Nº de memos	30	
Tempo total	00:02:26	
Produção horária estimada REAL	740	
Produção máxima possível	900	
	01:00:00	
1º Quartil	00:00:04	tempo de saída ideal do memo
3º Quartil	00:00:06	
Instabilidade	50%	
OEE	82%	



## ANEXO G - INSTRUÇÕES DE TRABALHO (STANDARDIZED WORK), EQUIPA A (EQUIPA DE MONTAGEM)



### FICHA DE INSTRUÇÃO DE TRABALHO

Sector Office Alumínios

Elaborado por: Anna Dyrochóna  
Última Revisão: 22-03-2017  
Aprovado por: Eng. Abel Maia

Processo:	Montagem 90x60 (Equipa A) A trabalhar diretamente na máquina	Produção Objectivo/hora:	278
Formato:	90x60	Takt Time:	13 segundos

OPERADOR 1 ●		OPERADOR 2 ●		OPERADOR 3 ●	
Nº	Sequência de Atividades	Sequência de Atividades	Sequência de Atividades	Nº	
1	Verificar planos e limpar se necessário	Colocar perfis na máquina	Inspeccionar memo; retirar os defeituosos (5s)	1	
2	Colocar planos na paleta do tapete	Arranjar memos *	Caso 1: pegar cartão para a caixa, colocar debaixo do memo e deixar seguir pelo tapete (6s)	2	
3	Colocar perfis na máquina		Caso 2: colocar na paleta (4s)	3	
4	Arranjar memos *				
Caso 1: memos a serem embalados na mesma linha					
Caso 2: memos a serem embalados noutra linha de embalagem					

### Diagrama do posto de trabalho

O diagrama ilustra o layout e o fluxo de trabalho de uma estação de produção. No topo, há uma barra decorativa com o título 'Diagrama do posto de trabalho'. Abaixo, o processo é dividido em etapas numeradas de 1 a 6, cada uma com um ícone representativo: 1. Paleta com memos a produzir (paleta amarela com peças brancas), 2. Perfis (dois conjuntos de barras cinzas), 3. Aspirador (um dispositivo cinza com uma mangueira verde), 4. Montagem do quadro (um bloco cinza com uma seta verde apontando para cima), 5. Paleta com planos (uma paleta amarela com peças brancas), 6. Cartão para embalar no momento (um cartão amarelo com uma seta verde apontando para cima). O fluxo principal é indicado por setas verdes: da paleta 1 para o aspirador 3, do aspirador 3 para a montagem 4, e da montagem 4 para a paleta 5. O cartão 6 é usado para a montagem 4. O diagrama também mostra o fluxo de materiais e a sequência de atividades para cada operador.

#### Observações:

- Esta instrução deve ser cumprida sempre, ainda que exista espera pelo trabalho atrás.
- Se o processo ficar bloqueado nas equipas seguintes, deve evitar-se adiantar trabalho.
- Realizar uma tarefa de cada vez.
- \*A tarefa de arranjar os memos (retrabalho) deve ser realizada depois de abastecer a máquina, durante o tempo de espera.

## ANEXO H - INSTRUÇÕES DE TRABALHO (STANDARDIZED WORK), EQUIPA B (EQUIPA DE EMBALAGEM)



### FICHA DE INSTRUÇÃO DE TRABALHO

#### Sector Office Alumínios

Elaborado por: Anna Dyrochkina  
Última Revisão: 22-03-2017  
Aprovado por: Eng. Abel Maia

Processo:	Embalagem 90x60 (Equipa B)	Produção Objectivo/hora:	278
Formato:	até 90x60	Takt Time:	13 segundos

OPERADOR 1 ●		OPERADOR 2 ●		OPERADOR 3 ●		Diagrama do posto de trabalho
Nº	Sequência de Atividades	Sequência de Atividades	Sequência de Atividades	Nº	Sequência de Atividades	
1	Colar etiqueta (5s)	Colocar instruções (3s)	Colocar bandeja e acessórios (3s)	1		
2	Virar memo (4s)	Fechar caixa (3s)	Fechar caixa (3s)	2		
3		Posicionar na máquina de fita-cola (3s)		3		
OPERADOR 4 ●		OPERADOR 5 ●				
1	Colocar fita-cola com dispensador (10s)	Colar rótulo (6s)		1		
2		Colocar a caixa na paleta (7s)		2		

#### Observações:

- Esta instrução deve ser sempre cumprida, ainda que exista espera pelo trabalho atrás.
- Se o processo ficar bloqueado nas equipas seguintes, deve evitar-se adiantar trabalho.
- Realizar uma tarefa de cada vez.

## ANEXO I – PDCA PARA IMPLEMENTAÇÃO DAS ALTERAÇÕES

# PDCA Montagem/Embalagem 90x60



Nº	Problema/Causa	Resolução/Ação	Responsável	Datas				Estado
				P - Planear	D - Fazer	C - Controlar	A - Atuar	
1	Observação do estado inicial do setor e das suas anomalias (falta de organização geral, condições pouco ergonómicas de trabalho, falta de gestão visual)	Implementação do 1º, 2º, 3º e 4ºS por todo o setor (remoção de stock de sobras, criação de indicações, melhoria de condições de trabalho, abastecimento de material para trabalhar sempre que for necessário)	Anna, Chefes de linha, Operadores	16/09/2016	Ao longo de todo o percurso de estágio			A
2	Falta de organização geral na linha a ser trabalhada (90x60)	Realização da auditoria 5S; Implementação e Seguimento das práticas 5S (limpeza, organização e preservação das mesmas)	Chefes de linha, funcionários	16/09/2016	08/11/2016	06/12/2016	13/12/2016	A
3	Inexistência de alguns kanbans e degradação de outros	Elaboração de um novo conjunto de kanbans, atualização das respetivas quantidades	Anna	22/09/2016	26/10/2016	02/11/2016	04/11/2016	A
4	Observação da falta de capacidade na Embalagem da linha a trabalhar	Medição de tempos e realização de um gráfico de Yamazumi inicial para Montagem e Embalagem (turnos diferentes com 4/5 pessoas na Embalagem)	Anna	22/09/2016	27/09/2016	28/09/2016	28/09/2016	A



5	Constatação de stock intermédio sem qualquer tipo de identificação nem nota de produção (sobras)	Escoamento de stock intermédio sem identificação (separação, identificação, inclusão destes produtos no planeamento da produção)	Anna, Operadores	27/09/2016	21/10/2016	28/10/2016	01/11/2016	A
6	Observação do desconsideração da ergonomia dos colaboradores devido ao transporte de grandes caixas com acessórios da estante até à linha de embalagem	Encomenda de caixas de stock mais pequenas e mais confortáveis	Anna	23/09/2016	28/10/2016	04/11/2016	08/11/2016	A
7	Inexistência de qualquer tipo de organização na estante dos acessórios	Identificar materiais, separar, excluir os que não se usam e organizar devidamente os que são para ficar na estante	Anna, Operadores	27/09/2016	04/10/2016	04/11/2016	8/11/2016q	A
8	Identificação de ameaça à segurança dos operadores devido à inadequação das prateleiras da estante dos acessórios (prateleiras soltas, com diferentes tamanhos e tortas)	Solicitação de novas placas de MDF19 no setor dos planos com o tamanho adequado das prateleiras	Anna	27/09/2016	28/10/2016	04/11/2016	08/11/2016	A
9	Falta de identificação dos acessórios para o processo de Embalagem	Identificação das caixas recebidas e das prateleiras da estante	Anna	27/09/2016	03/11/2016	04/11/2016	08/11/2016	A
10	Identificação do desperdício de transporte ao longo do setor	Desenho do layout atual e discussão de possíveis alternativas com Iberogestão (consultores Lean)	Anna, Consultores Iberogestão	04/10/2016	14/10/2016	25/11/2016	02/12/2016	A

11	Falta de folhas de identificação nas paletes	Identificar devidamente todas as paletes produzidas	Chefes de linha, funcionários	04/10/2016	05/10/2016	02/11/2016	02/12/2016	A
12	Inexistência e deterioração do material de limpeza	Disposição de novas vassouras e pás para Montagem e Embalagem	Anna	13/10/2016	18/11/2016	25/11/2016	30/11/2016	A
13	Móvel desadequado para a sequência das Ordens de Fabrico	Criação de móvel (Heijunka Box) para diferenciar as Ordens de Fabrico em relação ao tempo	Anna, Madeiras	18/10/2016	21/12/2016	27/01/2017	08/04/2017	A
14	Móvel desaproveitado na linha	Móvel novo com 4 espaços para a sequência de fabrico mais próxima e para servir de apoio aos funcionários	Anna	18/10/2016	21/12/2016	27/01/2017	08/04/2017	A
15	Móvel para as instruções degradado e desorganizado	Criação de um novo móvel para organizar as instruções e etiquetas	Madeiras, Anna	18/10/2017	15/03/2017	07/04/2017	08/04/2017	A
16	Mudança na linha: junção da Montagem com a Embalagem	Balanceamento de toda a linha para cumprir a procura (medição de tempos, realização de cálculos, formações)	Anna	08/11/2016	18/11/2016	25/11/2016	30/11/2016	A
17	Inexistência de instruções de trabalho (Standard Work)	Disposição de intruções de trabalho para os colaboradores da linha e a respetiva formação	Anna	30/11/2016	17/01/2017	07/04/2017	08/04/2017	A
18	Existência de paragens e microparagens que reduzem a produção da Embalagem	Entender as causas (elaborar diagrama de Pareto e Ishikawa através da observação de ocorrências)	Anna	25/11/2016	02/12/2016	06/12/2016	07/12/2016	A

19	Existência de paragens e microparagens que reduzem a produção da Embalagem	Aprovisionamento de um dispensador manual de fita-cola novo e formação aos colaboradores no uso correto da máquina de fita-cola; comunicado à equipa de Manutenção para realizar a manutenção da máquina mais periodicamente	Anna, Operadores, Manutenção	02/12/2016	06/12/2016	14/12/2016	21/12/2016	A
20	Falta de elementos de controlo visual	Marcações no chão, indicações na parede	Anna	04/10/2016	9- 11/11/2016 10/03/2017	05/01/2017 11/04/2017	10/01/2017 12/04/2017	A
21	Móvel na Montagem inadequado	Criação de um móvel de suporte e de organização de ferramentas da máquina de Montagem	Manutenção, Anna	24/02/2016	Futuramente	Futuramente	Futuramente	P
22	Inexistência do plano de limpeza	Implementação de planos de limpeza	Anna	07/03/2017	15/03/2017	07/04/2017	08/04/2017	A
23	Solicitação do Diretor de Produção para realizar uma maquete das linhas do setor para facilitar a simulação de possíveis mudanças futuras	Efetuar os devidos cálculos, recortar ímãs com o formato das linhas e colocar no quadro feito para esse fim	Anna	08/03/2017	09/03/2017	10/03/2017	14/03/2017	A
24	Perda de produtividade	Rotatividade de posições de trabalho	Chefes de linha	10/03/2017	14/03/2017	07/04/2017	08/04/2017	A
25	Rotatividade no preenchimento do registo de produção	Alternar o registo de produção entre funcionários	Chefes de linha, funcionários	10/03/2017	14/03/2017	07/04/2017	08/04/2017	A
26	Falta de identificação em tempo real do estado das máquinas automáticas	Sistema Andon	Manutenção	10/03/2017	Futuramente	Futuramente	Futuramente	P

## ANEXO J – PLANO DE LIMPEZA DO EQUIPAMENTO 90X60






Instrução de  
Trabalho

Plano de limpeza e manutenção 1º nível 90x60

| Código  
| Revisão 00

Pavilhão Alumínios








Zona	Elemento	Ajuda Visual	Meios	Instrução	Frequência
1	Tapete de Entrada / Chão		Vassoura e ar comprimido	Limpar todo o chão envolvente à máquina	Turno
2	Guias de dimensionamento		Pano e diluente 20 WD 40	Limpar as guias de dimensionamento  Lubrificar com WD40	Turno
3	Grades de proteção		Pano e diluente 20	Limpar toda a estrutura das grades de proteção	Semanal
4	Transfer		Pano húmido ou diluente 20	Limpar completamente estrutura superior e inferior do Transfer	Mensal
5	Guias de montagem		Pano e diluente 20 WD40	Limpar e lubrificar as guias de montagem	Mudança de formato








Pavilhão Alumínios



6	Mesas de montagem		Pano e diluente 20	Limpar as mesas de montagem	Diário
7	Estrutura superior e calhas flexíveis		Pano seco	Remover o pó da estrutura superior e calhas flexíveis	Diário
8	Barras de formato		WD40; Óleo Hidrolep	Humedecer as barras de formato; Lubrificar	Diário
9	Máquina da Cola (exterior)		Pano seco	Limpar a sujeira	Semanal
10	Bomba de Vácuo		Ar comprimido	Limpar bomba e filtro	Semanal

**Pavilhão Alumínios**

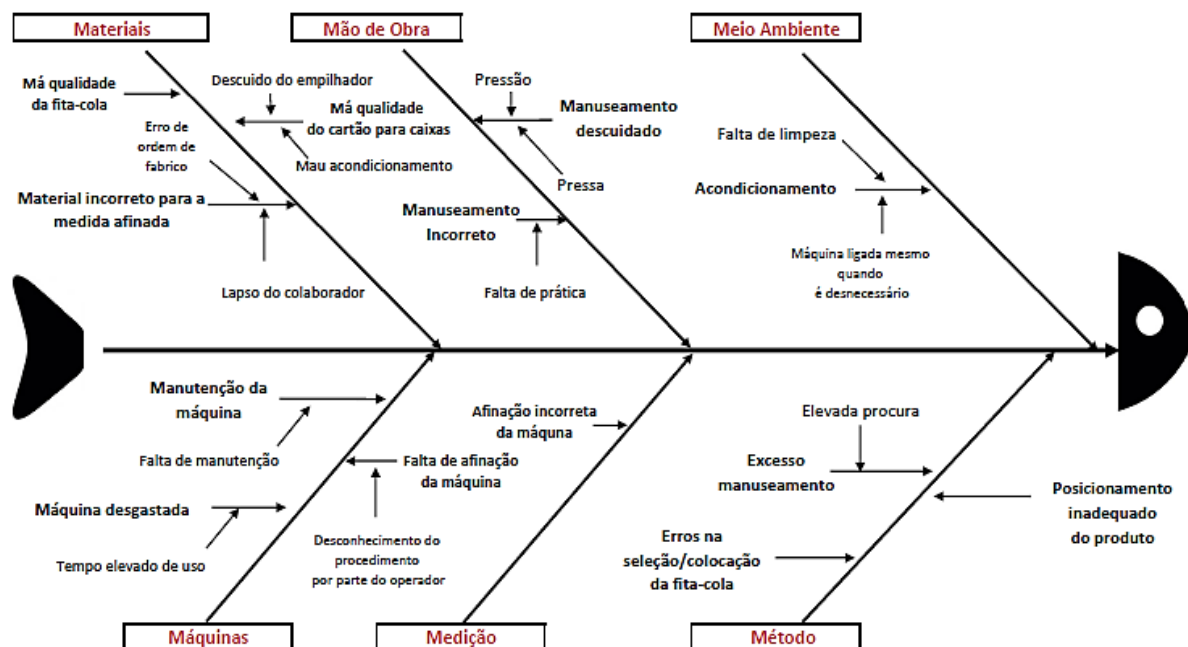
11	Suporte das ventosas		Pano e WD40	Limpar todo o suporte das ventosas	Semanal
12	Máquina da Cola		Pano e diluente 20	Limpar cola depositada na borracha envolvente ao tampo de depósito	Semanal
				Limpar a grade do fundo do depósito	Trimestral
13	Estrutura geral		Pano seco	Limpeza da sujidade (incluindo topo dos quadros elétricos)	Semanal
14	Estrutura de saída dos memos		Pano e diluente 20	Limpar os restos da cola nos rolos	Semanal
15	Bicos e módulos de cola		Pano e diluente 20; escova de aço fino	Limpeza dos eixos da cola	Diário

## ANEXO K – DIAGRAMAS DE ISHIKAWA RELATIVOS A PROBLEMAS DE PARAGEM ENCONTRADOS

Embalagem Manual

Bloqueio da máquina de fita-cola

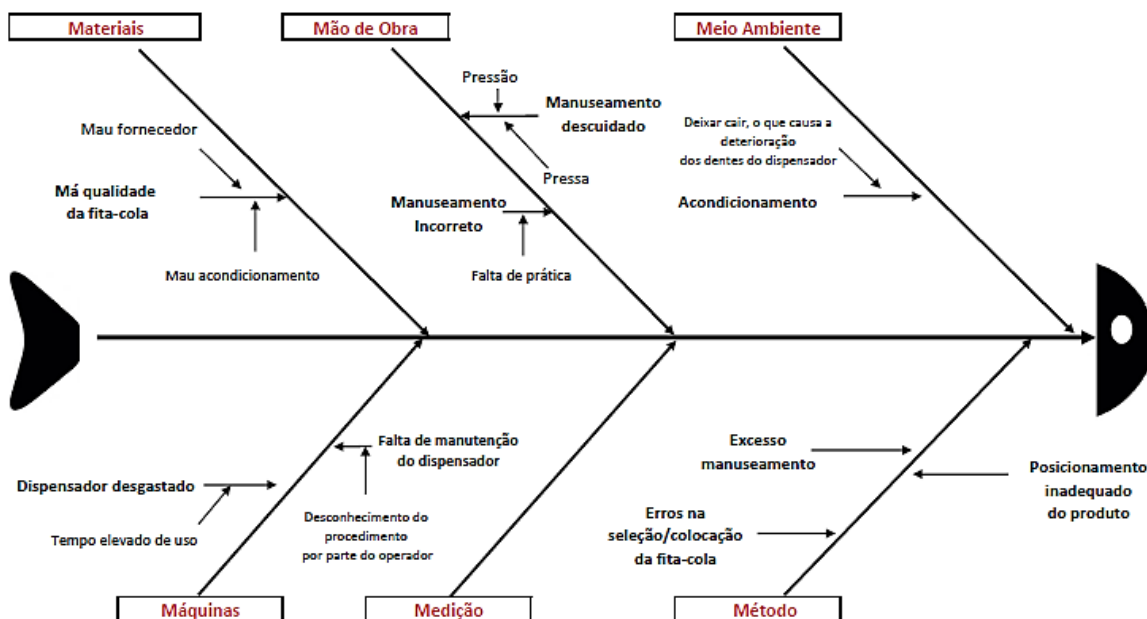
Material: Quadros embalados em caixas



Embalagem Manual

Bloqueio do dispensador

Material: Quadros embalados em caixas



## ANEXO L – PROPOSTA DE NOVO LAYOUT DAS LINHAS DO SETOR BI-OFFICE

Proposta de layout - Setor Bi-Office (2016/2017)

